COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUIN 1858.

PRÉSIDENCE DE M. DESPRETZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Lebas, en qualité de Président de l'Institut, rappelle que la prochaine séance trimestrielle aura lieu le mercredi 5 juillet, et invite l'Académie à lui faire connaître en temps opportun les noms de ceux de ses Membres qui seraient disposés à faire une lecture dans cette séance.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches sur la quantité d'acide nitrique contenue dans la pluie, le brouillard, la rosée; par* **M. Boussingault**. (Suite.)

« *Pluie*. — Au Liebfrauenberg, dans les mois de juillet, août, septembre, octobre et novembre de 1856 et 1857, on a reçu $970^{\text{lit}},46$ de pluie, dans lesquels j'ai dosé $0^{\text{gr}},182$ d'acide nitrique : environ $0^{\text{mg}},2$ par litre.

» Les pluies les plus riches en acide ont été obtenues :

		Acide nitrique dans 1 litre.
		mg
Le 16 juillet	1857........	6,23
Le 9 octobre	id.........	5,48
Le 25 septembre	id.........	3,74
Le 14 août	1856........	3,43

» Il y a quatre ans, aux mêmes époques, j'avais trouvé dans $1758^{\text{lit}},25$ d'eau météorique tombée dans cette localité $1^{\text{gr}},03352$ d'ammoniaque, ou $0^{\text{mg}},6$ par litre.

» Ainsi il paraîtrait que dans la pluie la proportion d'ammoniaque est beaucoup plus forte que celle de l'acide nitrique. M. Barral, qui, le premier, a dosé l'acide nitrique dans les eaux pluviales, M. Bineau, à Lyon, avaient déjà entrevu ce résultat (1).

» En présence de cet excès d'alcali volatil, il est à peu près certain que, dans les eaux météoriques, l'acide nitrique constitue du nitrate d'ammoniaque. De ce que l'on a vu des nitrates de chaux et de magnésie dans le résidu sec provenant de l'évaporation de ces eaux, il n'en faudrait pas conclure que ces sels s'y trouvaient en dissolution. On comprend, en effet, que les bases des carbonates terreux et alcalins, qui font nécessairement partie des poussières entraînées par la pluie, s'emparent de l'acide du nitrate d'ammoniaque pendant la concentration du liquide. Un litre de la pluie tombée au Liebfrauenberg aurait contenu, dans cette supposition, $0^{mg},263$ de nitrate d'ammoniaque.

» *Neige.* — Du 27 au 28 novembre 1857, il est tombé de la neige au Liebfrauenberg (2). Par la fusion on a eu $6^{lit},42$ d'eau, dans laquelle on a trouvé $2^{mg},73$ d'acide nitrique : $0^{mg},42$ d'acide par litre, ou $0^{mg},55$ de nitrate d'ammoniaque.

» Généralement la neige renferme plus d'ammoniaque que la pluie; il semblerait aussi qu'elle contient plus d'acide nitrique. C'est ce que l'observation du Liebfrauenberg et des observations faites à Paris tendraient à faire admettre.

Pluies recueillies à Paris.		Acide nitrique dans 1 litre d'eau.
		mg
Le 19 décembre	1857........	1,00
4 janvier	1858........	0,37
10 janvier	id.........	1,36
13 janvier	id.........	1.10
Du 14 au 20 janvier	id.........	2,11
Du 20 au 25 janvier	id.........	1,00
Le 30 janvier	id.........	0,44
Du 30 au 31 janvier	id.........	1,14
Du 31 janvier au 20 février	id.........	0,76
Du 20 au 23 février	id.........	0,44
Du 23 au 24 février	id.........	0,68
Le 2 mars	id.........	0,76
Pluie recueillie en avril	id.........	2,00

(1) *Études chimiques sur les eaux pluviales et sur l'atmosphère de Lyon.* 1854. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XXXV, p. 430.)

(2) La surface de l'udomètre était de 1 mètre carré.

Neige tombée à Paris.	Acide nitrique par litre d'eau de neige.
	mg
Le 27 février 1858	4,00
Du 28 février au 1er mars	1,55
Le 6 mars (le jour)	2,56
Dans la nuit du 6 au 7 mars	0,95
Le 9 mars	0,32
Le 10 mars	0,58

» *Grêle.* — Au Liebfrauenberg, le 5 août 1857, la température avait été excessive, l'atmosphère absolument calme. A 5 heures du soir, au nord, le thermomètre indiquait 33 degrés, quand le tonnerre commença à se faire entendre. Un vent des plus violents souffla du sud-ouest, en soulevant une poussière assez épaisse pour obscurcir l'air. La pluie tomba, seule d'abord, en très-grosses gouttes, et bientôt après, accompagnée de grêlons qui fondaient aussitôt qu'ils arrivaient dans le récipient de l'udomètre. Je recueillis $0^{lit},5$ de la première pluie, puis ensuite $10^{lit},5$ de la pluie tombée avec un peu de grêle; elle avait une température de $10°,5$.

» A $5^{h}20^{m}$ il avait cessé de pleuvoir. Il restait $4^{lit},5$ de la dernière pluie dans l'udomètre. En vingt minutes, car l'averse ne dura pas davantage, il était tombé $15^{mm},25$ d'eau.

» L'acide a été dosé dans les trois fractions de la pluie reçue pendant l'orage.

	Eau en millimètres.	Eau mesurée dans l'udomètre.	Acide nitrique dans l'eau reçue.	Acide nitrique dans 1 litre d'eau.
	mg	mg	lit	mg
Première eau	0,50	0,50	1,043	2,09
Deuxième eau, mêlée de grêle.	10,25	10,25	2,542	0,25
Troisième eau, sans grêle	4,50	4,50	0,850	0,19
	15,25	15,25	4,435	0,29

» La grêle, beaucoup plus abondante dans la plaine qu'au Liebfrauenberg placé sur la lisière de la forêt, y causa de grands dégâts.

» Le 2 septembre 1857, à $2^{h}30^{m}$ après midi, il y eut un orage très-fort dans la vallée de la Saüer, à quelques centaines de mètres au-dessous de l'habitation; le vent venait du sud-ouest. La foudre tomba sur un noyer; l'odeur d'ozone fut très-sensible et le papier de Schöbein prit une teinte bleue. Il pleuvait considérablement dans la vallée, mais sur la montagne la pluie ne dura que quelques instants; on en mesura seulement $0^{lit},75$ ($0^{mm},75$). Cette eau, recueillie au milieu d'influences électriques aussi prononcées, ne

contenait cependant que $0^{mg},21$ d'acide nitrique : $0^{mg},28$ par litre. Pendant la nuit du 2 au 3 septembre, il tomba une pluie fine dans laquelle on ne trouva que des traces d'acide nitrique, $0^{mg},04$ par litre.

» *Grêle tombée à Paris.* — Le 30 avril de cette année, il y eut à Paris un orage accompagné de pluie et de grêle. J'avais disposé l'udomètre de façon à ce que les grêlons restassent sur le récepteur. J'ai pu alors examiner séparément la pluie, et l'eau provenant de la fusion de la grêle. J'ai cru qu'il serait intéressant de déterminer les proportions d'ammoniaque et d'acide nitrique. Voici les résultats rapportés à 1 litre de liquide :

	Ammoniaque.	Acide nitrique.
Dans la pluie..........................	$2^{mg},16$	$0^{mg},55$
Dans l'eau provenant de la fusion des grêlons..	$2^{mg},08$	$0^{mg},83$

» La proportion d'ammoniaque a été, à peu de chose près, la même dans les deux cas; mais il y a eu notablement plus d'acide nitrique dans la grêle que dans la pluie qui l'accompagnait.

» Dans 1 litre de la pluie, il y avait par conséquent $0^{mg},72$ de nitrate d'ammoniaque, et $1^{mg},99$ d'ammoniaque à l'état de carbonate.

» Dans 1 litre de la grêle fondue, il y avait $1^{mg},09$ de nitrate, et $1^{mg},82$ d'ammoniaque unie à l'acide carbonique.

» *Brouillard.* — Un des résultats les plus curieux des recherches que j'ai faites en 1853 sur les eaux météoriques, a été de constater, dans les brouillards, une proportion d'ammoniaque beaucoup plus forte que dans les pluies.

» Dans l'eau de ces météores, que j'avais recueillie en octobre et en novembre, j'ai trouvé, par litre, de 3 à 9 milligrammes d'ammoniaque. Un brouillard qui s'étendit sur la partie de la vallée du Rhin comprise entre les montagnes de la forêt Noire et la chaîne des Vosges, du 14 au 16 novembre, brouillard aussi remarquable par son opacité, son odeur, que par sa persistance, en contint, par litre, jusqu'à 50 milligrammes.

» Les observations de 1858, faites au Liebfrauenberg, indiqueraient aussi plus d'acide nitrique dans les brouillards que dans la pluie.

Dates.	Acide nitrique dans 1 litre d'eau provenant du brouillard.
	mg.
Octobre le 25 au matin..........................	0,39
» 26 dans la nuit..........................	1,19
» 28 de 7 à 10 heures du soir..............	0,72
Novembre le 18	0,96
Décembre le 25	1,08
» 26..........................	1,83

» *Brouillards recueillis à Paris.* — Le 23 janvier 1854, j'ai examiné un brouillard tellement épais, que, dans plusieurs quartiers, à 10 heures du matin, on fut obligé d'éclairer les appartements. L'eau, limpide, d'une teinte légèrement jaune, était remarquable par la proportion d'alcali qu'elle renfermait. Dans 1 litre, il y avait 138 milligrammes d'ammoniaque, équivalents à $0^{gr},64$ de bicarbonate, quantité trois fois aussi forte que celle que j'avais trouvée dans le brouillard observé dans la vallée du Rhin, du 14 au 16 novembre 1853. Je fis observer alors qu'une aussi notable quantité d'ammoniaque permettait d'expliquer comment, dans certaines circonstances, les brouillards ont une odeur assez pénétrante pour affecter péniblement les organes de la respiration.

» J'ai saisi avec empressement l'occasion de doser l'acide nitrique dans un brouillard des plus épais qui enveloppa une partie de la capitale le 19 décembre 1857, entre 8 et 10 heures du soir. Telle était l'opacité de la vapeur vésiculaire, que sur le boulevard Beaumarchais, il suffisait de se placer à une distance de vingt pas d'un bec de gaz pour ne plus en apercevoir la lumière. L'eau que je trouvai dans l'udomètre établi sur une terrasse près la place Royale, avait une teinte ambrée, une odeur de suie. Quand on y versa une dissolution de potasse (1), avant de procéder à l'évaporation, il y eut dégagement d'ammoniaque. Cette eau ramenait au bleu le papier de tournesol rougi par les acides.

» Le dosage indiqua, par litre d'eau, $10^{mg},11$ d'acide nitrique équivalents à $13^{mg},3$ de nitrate d'ammoniaque.

» *Rosée.* — La rosée est un phénomène considérable, moins peut-être par la quantité absolue qu'en reçoit un point du globe, que par l'étendue des surfaces où elle se manifeste. C'est principalement dans les régions tropicales qu'elle exerce les effets les plus marqués et les plus favorables sur la végétation, bien que nulle part je n'aie vu qu'elle supplée à l'irrigation. Le soir, lorsque l'air saturé de vapeur à la température de 30 degrés, contient plus de 30 grammes d'eau par mètre cube, la rosée se dépose abondamment pendant la nuit; elle ruisselle des feuilles, et le matin j'ai vu souvent, dans les steppes du Méta et du Casanare, l'herbe aussi mouillée que s'il eût plu pendant toute la nuit.

» On constate le plus ou moins d'abondance de la rosée, mais on ne saurait la mesurer, parce qu'elle ne tombe pas comme la pluie. Son apparition

(1) La potasse employée dans ces expériences ne renfermait pas la plus légère trace de nitrate. On l'avait préparée par l'incinération du tartrate acide de potasse purifié.

dépend de la nature du pouvoir rayonnant du corps qu'elle mouille, car elle ne se dépose que sur les substances plus froides que l'air ambiant, et en quantité d'autant plus forte que la différence de température est plus prononcée.

» Quand Flaugergue observa que sur un plateau de fer-blanc peint à l'huile, chaque rosée déposait en moyenne une couche d'eau de 5 centièmes de millimètre d'épaisseur, il enregistrait un fait particulier à une surface de fer-blanc peint à l'huile, et il n'était pas permis le moins du monde d'en conclure que le gazon voisin recevait aussi une tranche de liquide de 5 centièmes de millimètre. Les résultats eussent été tout autres si, comme récipient, le savant météorologiste de Viviers eût fait usage de porcelaine, de verre, de terre vernissée, de toile cirée, par la raison que chacune de ces matières étant douée d'un pouvoir spécial pour émettre la chaleur, elles se seraient refroidies à des degrés divers par la radiation nocturne, et eussent condensé, dans leur conctact avec l'atmosphère, des quantités fort différentes de vapeur aqueuse.

» L'udomètre n'indiquera donc jamais la rosée qui humectera une contrée, puisque les conditions de température et d'hygrométrie étant partout les mêmes, la terre labourée, la jachère, les cultures, les forêts, les roches, le sable, en recevront néanmoins des quantités très-variables. Il y a plus: les feuilles n'ont certainement pas dans toutes les plantes une égale faculté émissive; la rapidité, l'intensité de leur refroidissement, le dépôt de rosée qui en est la conséquence, sont nécessairement liés à la distance où elles se trouvent du sol, à la couleur plus ou moins foncée, au poli ou à la rugosité de leur épiderme. J'ai remarqué plusieurs fois que la rosée tombait des feuilles d'une plantation de betteraves, lorsque, dans le champ contigu, les fanes de la pomme de terre étaient à peine humides.

» Tout en reconnaissant l'impossibilité de mesurer la rosée comme on mesure la pluie, j'ai cependant cherché à l'évaluer grossièrement. La manière dont je m'y suis pris n'a assurément rien de scientifique; elle ne donne que des minima, parce qu'on ne peut pas tenir compte de l'eau absorbée par le sol.

» Après une nuit sereine, durant laquelle l'atmosphère était restée calme, quand, en un mot, les circonstances avaient été favorables à la radiation nocturne, je me rendais dans les prairies des bords de la Saüer avant le lever du soleil. Là, avec une éponge, on essuyait l'herbe sur une surface de 4 mètres carrés. L'eau était mise dans un flacon et pesée.

» Voici les poids de la rosée obtenue par ce moyen depuis le 14 août

jusqu'au 2 octobre de l'année 1857 :

		Rosée prise sur 4 mètres carrés.	Hauteur de la couche d'eau.
			mm
Août	14	637 grammes.	0,16
»	18	710	0,18
»	19	352	0,09
»	22	495	0,12
»	23	303	0,08
»	26	242	0,06
»	27	310	0,08
»	28	140	0,04
»	29	250	0,06
Septembre	2	402	0,10
»	7	1072	0,27
»	16	1080	0,27
»	17	712	0,18
»	20	355	0,09
»	23	1020	0,26
»	28	670	0,17
Octobre	2	722	0,18
		Moyenne	0,14

» En moyenne, la rosée reçue par la prairie représenterait une pluie de $0^{mm},14$ équivalents à 1400 litres d'eau tombant sur une surface d'un hectare; volume beaucoup trop faible pour remplacer l'arrosement: au reste, sur les prés comme sur les cultures, dans ce climat, son intervention se borne à atténuer les mauvais effets causés par des sécheresses prolongées; on en a eu une preuve frappante dans l'été de 1857.

» Depuis plusieurs années on n'avait pas éprouvé une température aussi élevée, aussi persistante; il ne pleuvait qu'à de longs intervalles; la terre était poudreuse. Trois plantes, seules, résistaient parfaitement, le froment, la vigne, et le tabac dont la vigueur me rappelait les belles plantations d'Ambalema, d'Arragua, de Varinas. Je n'ai pas ajouté le houblon, qui occupe toujours un sol foncièrement humide. Quant aux autres cultures, leur développement était singulièrement retardé; les arbres se dépouillaient, parce que, ainsi que je l'ai observé maintes fois dans les régions équinoxiales, une sécheresse extrême agit sur la forêt comme un hiver rigoureux. Les feuilles des betteraves, des pommes de terre, des topinambours souffraient considérablement durant ces chaudes journées; elles étaient pendantes et flétries; mais le matin on les trouvait redressées, vivaces, fermes sur la tige.

Ce changement, je l'attribue uniquement à l'intervention de la rosée, et non pas, comme on pourrait aussi se l'imaginer, à ce que la transpiration cessant pendant la nuit, l'eau puisée par les racines s'accumulerait dans le tissu des parties aériennes du végétal. Voici le fait sur lequel j'appuie mon opinion. C'est une coutume très-répandue en Alsace, comme en Lorraine, de planter des pruniers dans les champs; or on remarquait que partout où ces arbres abritaient des betteraves, des topinambours, les feuilles abattues par la chaleur du jour ne se relevaient pas: c'est que l'arbre, en formant écran, s'opposait à la radiation nocturne, au refroidissement des feuilles qui en est la conséquence, et, par suite, au dépôt de rosée; il fallait de la pluie pour ranimer la végétation.

» En 1853 j'ai dosé dans la rosée à peu près autant d'ammoniaque que dans le brouillard. Les observations de 1858 montrent qu'il y a un peu moins d'acide dans la rosée reçue au Liebfrauenberg que dans le brouillard. Je présenterai ici quelques-uns des résultats.

	Acide nitrique dans 1 litre de rosée.		
	mg		mg
Rosée du 16 septembre 1857	0,12		
» du 18 au 28 septembre	0,07	à	0,27
» du 1er au 28 octobre	0,05	à	1,12
» du 5 au 9 novembre	0,43	à	0,68
Gelée blanche du 16 et 17 novembre	0,58		

» La rosée ne diffère donc pas sensiblement du brouillard, au moins par les proportions d'ammoniaque et d'acide nitrique; l'un et l'autre ont d'ailleurs, au même point de vue, la plus grande analogie avec la pluie quand elle commence à tomber, quand elle est en quelque sorte le premier lavage de l'air. C'est effectivement dans cette eau qui tombe la première, surtout après une longue sécheresse, qu'il y a le plus d'acide carbonique, de carbonate et de nitrate d'ammoniaque, de ces matières organiques, de ces poussières de toute nature que Bergmann a parfaitement définies en les nommant les immondices de l'atmosphère. A vrai dire, le brouillard, la rosée ne sont pas autre chose que le commencement d'une pluie, que des particules d'eau résultant de la condensation de la vapeur occasionnée par un abaissement de température et qui, dans le milieu où elles apparaissent, dissolvent ce qu'il y a de soluble, entraînent ce qui s'y trouve en suspension.

» Si un jour on entreprend une étude suivie des substances que l'atmo-

sphère ne renferme qu'en infiniment petites quantités, mais dont, néanmoins, l'action sur les êtres organisés est incontestable, c'est dans le brouillard, dans la rosée, dans les premières gouttes de pluie, dans les premiers flocons de neige, dans la grêle qu'il conviendra de les chercher; c'est en un mot dans les météores aqueux qu'on les rencontrera réunies et condensées. »

PHYSIQUE. — *Mémoire sur la mesure des températures au-dessous du sol et dans l'air à diverses hauteurs, au moyen d'appareils thermo-électriques; par* **M. Becquerel**. (Extrait.)

« L'administration du Muséum d'histoire naturelle, dans sa sollicitude pour tout ce qui tient à l'avancement des sciences dont l'enseignement lui est confié, a fait construire, sur ma demande, dans un terrain de la rue Cuvier qui dépend du Jardin des Plantes, un pavillon météorologique et climatologique pour m'y livrer à des observations relatives à l'influence de la chaleur et de la lumière sur les phénomènes physiologiques des animaux et des végétaux. Cet établissement, qui n'est du reste qu'une annexe de ma chaire, est déjà pourvu de quelques-uns des instruments les plus indispensables. En m'occupant de son organisation, avec mon fils Edmond, je n'ai pas tardé à reconnaître que les thermomètres ordinaires, dans bien des circonstances, étaient d'un emploi très-difficile, et même ne pouvaient être d'aucune utilité lorsqu'il s'agit, par exemple, d'étudier la distribution de la chaleur au-dessous du sol à diverses profondeurs, ou dans l'air à diverses hauteurs. Dans le premier cas, on fait usage de thermomètres à longue tige, d'une construction difficile, qui se brisent facilement et dont les indications exigent de grandes corrections pour avoir les résultats vrais; les tiges encore ne peuvent-elles dépasser que 2 à 3 mètres. Dans le second cas, les difficultés sont tout autres, puisqu'on ne peut lire les indications de l'instrument quand il est élevé au-dessus des bâtiments; on n'a que des maxima ou des minima.

» D'un autre côté, on doit se mettre en garde contre le grand pouvoir rayonnant du verre, qui varie d'un verre à l'autre, et qui est tel, que, sous le rayonnement nocturne, le thermomètre accuse une température plus basse que celle de la plupart des corps placés sur le sol, et notamment des plantes.

» On évite tous ces inconvénients en substituant aux thermomètres des appareils thermo-électriques tellement disposés, qu'ils donnent des indica-

tions, à $\frac{1}{10}$ de degré près, sans avoir besoin de corrections d'aucun genre, en écartant toutefois les causes d'erreur que je vais rappeler.

» En 1835, j'ai fait connaître à l'Académie un procédé à l'aide duquel on déterminait la température des muscles de l'homme et des parties intérieures des animaux sans occasionner de lésions organiques. Ce procédé consistait à faire usage de deux aiguilles semblables, composées chacune d'une aiguille de fer et d'une aiguille de cuivre soudées par un de leurs bouts; l'une des aiguilles mixtes était introduite, par le procédé de l'acuponcture, dans la partie dont on voulait déterminer la température, la soudure au milieu, tandis que la soudure de l'autre aiguille était placée dans une source de chaleur à température constante. Ces deux aiguilles étaient mises en communication, d'une part entre elles, de l'autre avec le circuit d'un multiplicateur à fil court très-sensible. Si la température n'était pas la même aux deux soudures, il en résultait une déviation de l'aiguille aimantée en rapport avec la différence de température. Une table donnait la température cherchée, quand on connaissait celle de la source constante et la déviation. On a obtenu ainsi des résultats concordants avec ceux accusés par le thermomètre, et d'autres résultats que ce dernier ne pouvait donner, tels que les effets calorifiques produits quand un muscle se contracte.

» Ce procédé ne donne des résultats exacts qu'autant que le magnétisme des deux aiguilles qui forment le système astatique du galvanomètre ne change pas, ce qui n'a lieu que très-rarement, et qu'autant que l'appareil a été gradué par comparaison avec la marche d'un thermomètre étalon; aussi ce système, dans les appareils très-sensibles, ne garde-t-il pas le zéro longtemps. C'est pour ce motif que les multiplicateurs ne sont plus considérés aujourd'hui que comme des indicateurs et non comme des mesureurs.

» M. Regnault, qui avait reconnu les difficultés que l'on éprouve à mesurer les intensités des courants thermo-électriques au moyen des galvanomètres et des boussoles des sinus, a fait usage d'une autre méthode qui lui a paru s'appliquer avec succès à l'étude des lois des courants thermo-électriques. Cette méthode consiste à rapporter tous les éléments thermo-électriques à un élément normal, bismuth et antimoine, pour des températures qui ne dépassent pas 30 degrés, en faisant usage du galvanomètre différentiel et de la méthode des compensations.

» M. Regnault a reconnu dans le tracé graphique des résultats des expériences, que, dans des circonstances identiques, les courbes ne se superposent pas toujours; dans certains cas il se fait un saut brusque en un

point, et après il y a un grand désaccord dans l'allure des deux courbes : effets qui proviennent probablement de changements produits dans l'état moléculaire des métaux à l'endroit des soudures, et qui suffisent pour modifier notablement les forces électromotrices.

» En s'attachant particulièrement au couple bismuth et antimoine, M. Regnault a reconnu qu'une augmentation de 1 degré dans la différence de température des deux soudures développe une force électromotrice d'autant plus faible que la différence de température est plus grande, entre les limites de 15 à 35 degrés. L'élément fer et platine est celui dont la force électromotrice diminue le moins avec l'élévation de la température. M. Regnault a conclu des nombreuses expériences qu'il a faites sur les courants thermo-électriques que, si elles ne décident pas que ces courants ne pourront pas être employés à l'avenir pour la mesure des températures, elles montrent du moins que nous sommes encore loin de connaître toutes les circonstances qui influent sur ce phénomène, et de pouvoir fixer les conditions dans lesquelles les éléments thermo-électriques doivent être établis pour que les intensités des courants dépendent uniquement de la température.

» La méthode que je vais indiquer pour mesurer la température au moyen des effets thermo-électriques est entièrement indépendante des causes autres que la chaleur qui influent sur leur intensité, et me paraît être à l'abri de toute objection. Voici le principe sur lequel repose cette méthode et qui a été vérifié par l'expérience : dans un seul circuit fer et cuivre, où se trouve un galvanomètre à fil court très-sensible, si l'on porte à la même température les deux soudures, en maintenant cette température constante pendant quelques minutes, il se produit deux courants égaux en sens inverse qui se détruisent; l'aiguille aimantée reste à zéro. Quand la température n'est pas la même, il faut élever ou abaisser la température de l'une des soudures, jusqu'à ce que l'aiguille aimantée du galvanomètre qui fait partie du circuit soit ramenée à zéro. Si l'une des soudures a une température que l'on ne peut déterminer, celle de l'autre la donne. C'est avec cette méthode que j'ai disposé des appareils, à l'aide desquels on détermine promptement, à moins de $\frac{1}{10}$ de degré près, la température du sol à différentes profondeurs et celle de l'air à des hauteurs plus ou moins considérables, sans sortir de la pièce où l'on observe.

» On prend deux fils, l'un de fer, l'autre de cuivre, de 1 millimètre au moins de diamètre et d'un certain nombre de mètres de longueur, recouverts l'un et l'autre d'une couche épaisse de gutta-percha et soudés par un de leurs bouts. La soudure est introduite dans un tube de verre très-court

rempli de mercure et fermé avec soin ; on le descend avec les fils adjacents dans un trou foré pratiqué près du lieu d'observation, et que l'on remplit de terre en la tassant avec soin. On fait arriver ensuite les deux bouts non engagés du fil dans la pièce où se trouve le galvanomètre, avec lequel on les met en rapport. Après avoir soudé les deux autres bouts, on met la soudure dans un tube de verre contenant du mercure, où plonge le réservoir d'un thermomètre divisé en dixièmes de degré. Ce tube est introduit dans une éprouvette de verre fermé hermétiquement avec un bouchon, dans lequel il passe et qui est traversé par deux autres tubes recourbés. L'éprouvette contient de l'éther ou de l'eau, selon qu'il est nécessaire d'abaisser ou d'élever la température de la soudure. Veut-on abaisser la température, on met en rapport un des tubes, celui qui occupe la partie supérieure, avec un aspirateur ; l'air aspiré du dehors arrive par le second tube, traverse l'éther, en volatilise une partie, d'où résulte un abaissement de température que l'on règle à volonté : l'aspirateur est analogue à celui que M. Regnault emploie pour faire fonctionner son hygromètre. Lorsqu'il s'agit au contraire d'élever la température de la soudure, on substitue de l'eau à l'éther et on fait communiquer le tube qui plonge jusqu'au fond de l'éprouvette, avec un ballon de verre contenant une petite quantité d'eau et en communication avec l'air au moyen d'un tube qui descend presque au niveau de l'eau. On chauffe le ballon avec une lampe à alcool, puis on fait fonctionner l'aspirateur. L'air chaud passe dans l'éprouvette avec de la vapeur, élève la température de l'eau, puis celle du mercure, et par suite celle de la soudure ; on règle facilement l'aspiration, pour que l'aiguille aimantée se maintienne sensiblement à zéro pendant deux à trois minutes, temps nécessaire pour que la soudure et le thermomètre se mettent en équilibre de température. Cette condition est indispensable pour le succès de l'expérience, si l'on veut obtenir des déterminations très-exactes.

» Les détails dans lesquels je viens d'entrer sont de nature à montrer les avantages que l'on peut retirer des appareils thermo-électriques substitués aux thermomètres, dans tous les cas où l'œil de l'observateur ne peut pénétrer. J'ai tout lieu de croire que ces appareils seront adoptés dans les observatoires météorologiques, quand on en connaîtra bien l'usage.

» J'ajouterai en terminant que les mêmes appareils peuvent être employés avantageusement à la détermination exacte de la température des parties intérieures du corps de l'homme et de celui des animaux et dans toutes les circonstances où l'on fait usage des effets thermo-électriques pour évaluer les températures. »

NÉCROLOGIE. — *Mort de* M. Robert Brown ; *Lettre de* **Sir Roderick Murchison** *à* M. Élie de Beaumont.

« Londres, 16 juin 1858.

» Ayant assisté hier à l'enterrement de notre digne ami *M. Robert Brown*, je m'empresse de vous faire part de ce douloureux événement, et de vous annoncer la perte que le monde savant vient d'éprouver dans la mort de cet homme illustre.

» Comme admirateur de ce grand botaniste, je vous félicite (en commun avec vos collègues) d'avoir su apprécier *depuis longtemps* à leur juste valeur les découvertes importantes de votre éminent confrère. Vous me permettrez aussi de vous dire que, du grand nombre de titres qui ont été décernés à Robert Brown par les savants étrangers, le seul qui est gravé sur son cercueil est celui d'Associé de l'Académie des Sciences. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission qui sera chargée d'examiner les pièces adressées au concours pour le prix de Mécanique : MM. Combes, Poncelet, Morin, Piobert, Clapeyron réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

HYDRAULIQUE. — *Question des inondations* (quatrième Note). *Excursions en Suisse et en Savoie, vers la fin de* 1857 ; *par* **M. Dausse.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Poncelet, Élie de Beaumont, de Gasparin, M. le Maréchal Vaillant.)

« S'il est vrai, comme je crois l'avoir reconnu et publié le premier (1), dit l'auteur, que, toutes choses égales d'ailleurs, il pleuve ou il neige d'autant plus en un lieu quelconque que son altitude est plus grande, la Suisse et la Savoie doivent être la région de l'Europe où la précipitation d'eau dont il s'agit est la plus abondante ; conséquemment celle où, en une année et par dix lieues carrées par exemple, le volume des eaux courantes est le plus considérable. En outre, cette même région présentant les surfaces les plus inclinées, c'est là que l'action des eaux courantes doit être le plus énergique.

---

(1) Dans un travail sur la statistique des rivières de France, couronné par l'Académie des Sciences en 1840, et dont un fragment a paru dans les *Annales des Ponts et Chaussées* en 1842, 2e cahier.

C'est donc là que les phénomènes résultant de cette action doivent être le plus sensibles, et qu'ils ont dû donner le plus à faire à l'homme. . .

» Comment se fait-il donc que les travaux hydrauliques exécutés en Suisse et en Savoie soient si peu connus parmi nous, encore bien que ces pays soient les plus visités du monde, et que l'un d'eux surtout soit celui peut-être où depuis longtemps les sciences naturelles sont le plus cultivées? . . .

» Sans doute il est bien téméraire à un simple voyageur, qui vient de voir les choses en courant et encore dans une saison très-avancée, de tenter de combler une pareille lacune. J'aime à espérer cependant qu'on me pardonnera en considération de mon dessein. Les maux que les inondations causent à la France obligent ses ingénieurs à s'enquérir des remèdes usités partout, et d'abord dans les pays où naturellement il y a eu le plus lieu d'en chercher. Et quand bien même il m'arriverait de commettre des omissions et des erreurs notables, si cette provocation telle quelle servait du moins à faire réparer et corriger bientôt les unes et les autres par qui de droit, elle ne serait pas inutile, et par conséquent pas sans excuse.

» L'admirable entreprise d'Escher de la Linth a été précédée en Suisse de deux autres analogues.

» La plus ancienne remonte au XIIIe siècle et se rapporte à la Lütschinen. Ce torrent, qui tire ses sources du plus vaste glacier qu'il y ait dans les Alpes, arrive, comme on sait, par les vallées de Lauterbrunen et de Grindelwald, à une vallée ou gorge unique, à l'issue de laquelle il a formé, aux dépens des lacs de Brienz et de Thoune, autrefois réunis, le cône de déjections qui est aujourd'hui la magnifique plaine d'Interlaken. Un autre torrent, coulant en sens contraire et sur le versant opposé de l'Aar, le Lumbach, bien moindre que la Lütschinen sur la carte, mais parfois plus redoutable encore, a contribué à cette division de l'ancien lac en deux, en formant un second cône de déjections qui est la plaine actuelle d'Unterseen ; et ce sont ces deux cônes de déjections à pentes inverses qui, obligeant l'Aar à suivre la ligne de leur intersection, le courbent de droite à gauche, du pied des rochers de Ringgenberg, au bout du lac de Brienz, jusqu'au pied du grand Rugen, au commencement du lac de Thoune.

» Le sommet du premier cône de déjections, à l'issue de la gorge dont il a été question tout à l'heure, est au village de Gsteig, à une demi-lieue de l'Aar.

» De ce point, la Lütschinen, qui charrie beaucoup, promenait son cours sur le cône formé de ses dépôts successifs et l'exhaussait toujours, allant de droite à gauche et puis de gauche à droite, et ainsi sans fin, comme

il arrive d'ordinaire et comme l'a observé l'éminent archevêque de Chambéry, Monseigneur Billiet (1).

» Un couvent d'Augustins ayant été fondé à Interlaken en 1130, on conçoit que les bâtiments et les cultures des moines eussent à souffrir des divagations et des crues du torrent. Ce fut pourquoi, vers le milieu du siècle suivant, ils fixèrent son cours contre le pied de la montagne de droite, de Gsteig à Bonigen, et ils le jetèrent dans le lac de Brienz.

» Le canal ainsi ouvert à Lütschinen a aujourd'hui plus de 3 kilomètres de longueur, et de 20 à 22 mètres de largeur sur les deux premiers kilomètres; en approchant du lac, il s'élargit peu à peu, et les digues cessent à environ 300 mètres du rivage d'hiver.

» L'allongement de ce canal depuis 1270 est considérable. Le lac, à cette extrémité, en est réduit de beaucoup et continue à l'être d'année en année davantage. Mais les digues, moyennant un entretien convenable et un certain exhaussement et prolongement progressifs, ont résisté et rempli leur objet : l'ancienne église du couvent est là pour attester ce long bienfait et rappeler ceux surtout qui en profitent encore à une juste reconnaissance envers ses auteurs.

» La seconde opération hydraulique très-mémorable de la Suisse date de 1714.

» A cette époque la Kander tombait dans l'Aar une demi-lieue au-dessous de la ville de Thoune. Les matériaux qu'elle charriait ayant relevé peu à peu la vallée sur ce point, les eaux n'avaient plus assez de pente en amont et l'air se viciait. Les habitants de la ville s'en ressentirent et les goîtres se multiplièrent tellement, qu'ils lui donnèrent une célébrité malheureuse. La pensée de jeter la Kander dans le lac, à l'exemple de ce qui avait été fait plusieurs siècles auparavant, non loin de là, pour la Lütschinen, se présenta alors. Mais il y avait ici la haute colline de Strätligen à trancher, sur une épaisseur à la base d'un demi-kilomètre. Le gouvernement de Berne entreprit cette opération en 1711, y employant de deux cents à trois cents ouvriers. Cependant les travaux marchant encore trop lentement, on s'avisa de creuser sous la colline deux petits *tunnels* parallèles de 3 pieds de largeur sur 6 de hauteur, et, en 1714, on y jeta le torrent, sans se douter de la promptitude avec laquelle il achèverait l'œuvre et des proportions qu'il lui donnerait.

» Il se précipita dans ces vides avec un horrible fracas et vomit tout à

(1) *Notice historique sur quelques inondations qui ont eu lieu en Savoie*, page 61.

coup dans le lac une telle masse d'eau, de terre, de gravier et de cailloux, que celui-ci monta rapidement et inonda la ville de Thoune. Le trop-plein du lac n'eut plus dès lors d'issue suffisante. On sentit de plus en plus la nécessité d'en ouvrir d'autres considérables, et cela fut réalisé en 1752 au moyen d'un large bras de décharge avec vannes en tête. Plus tard, en 1812, je crois, on a facilité encore et plus convenablement réglé l'écoulement dont il s'agit.

» J'ignore si l'on a décrit quelque part avec détail ce qui se passa dans les premiers temps de l'irruption de la Kander dans le lac. Je suis porté à croire qu'elle présenta des intermittences. Les masses d'alluvion et de poudingue qui s'éboulaient dans le vide que le torrent agrandissait, durent plusieurs fois arrêter ses eaux et donner lieu ensuite à des débâcles soudaines, lesquelles ne purent manquer de produire de grandes seiches dans le lac.

» Pour comprendre tout ceci, il faut considérer que la plaine dans laquelle coulait la Kander, entre la chaîne de collines tertiaires qui a été coupée et la haute chaîne calcaire dont le Niesen est une des sommités les plus remarquables, est d'environ 30 mètres au-dessus du lac, et que le torrent, dont le volume d'eau est considérable, tombait ainsi tout à coup en cascade au milieu d'un terrain incapable de se soutenir. Les couches inférieures de ce terrain sont formées d'un grossier poudingue, plus ou moins stratifié et non homogène. Au-dessus, sur une hauteur qui va à près de 40 mètres, à l'endroit le plus élevé de la colline coupée, est un dépôt diluvien de gravier, sable et terre.

» La section du déblai fait en cet endroit par la Kander doit approcher de 4000 mètres carrés.

» Dans la plaine dont je parlais tout à l'heure, cette section est bien moindre. Toutefois, une lieue en amont de la profonde coupure de Strätligen, au pont sur lequel passe la route de Wimmis à Spiez, elle a encore 180 mètres en gueule, 23 mètres de profondeur et une surface d'environ 2200 mètres carrés.

» En amont de ce pont, le vide formé par la Kander depuis 1714 se prolonge au loin, quoiqu'il diminue par degrés.

» Entre les deux sections ci-dessus, la Simmen se joint à la Kander et double à peu près le volume de ses eaux. Elle aussi, naturellement, a fait son vide. Du confluent des deux rivières au pont de Wimmis, un tiers de lieue en amont de ce confluent, il est moins grand que le dernier qui vient d'être évalué approximativement, mais il est fort considérable encore.

» En amont du pont de Wimmis, dans la fente calcaire au fond de laquelle coule la Simmen et qu'on nomme la *Porte du Simmenthal*, ce vide est beaucoup restreint; mais en remontant et jusque très-loin, la vallée s'ouvrant et se bifurquant, il ne doit pas laisser que d'être longtemps fort grand.

» Il ne me paraît pas possible qu'il ne soit pas sorti de tous ces vides réunis un volume de 50 millions de mètres cubes : tel est donc le volume de terre, sable, gravier et cailloux que la Kander et la Simmen ont porté dans le lac de Thoune, et non pas peu à peu dans les cent quarante-trois années qui se sont écoulées depuis la correction de la Kander, mais, aux trois quarts peut-être, dans les dix ou vingt premières années de cette longue période. Cet immense remblai a pu réduire la capacité du lac de près de $\frac{1}{25}$.

» Le rapide encombrement qui eut lieu alors frappa tellement les esprits, que Haller témoigna la crainte de voir le lac obstrué et relevé un jour au point d'être réuni de nouveau avec le lac de Brienz.

» Haller supposait, sans doute, que la Kander continuerait à charrier jusque-là avec la même abondance, ce qui ne pouvait être. L'équilibre brusquement rompu entre la résistance du fond et l'action des eaux, la rivière et ses affluents déployèrent d'abord une immense énergie et produisirent de gigantesques effets; mais cette énergie se calma ensuite, à mesure que le nouvel état d'équilibre tel quel que nous voyons aujourd'hui s'approchait.

» Outre les seiches qui durent être produites dans les premiers temps de l'irruption de la Kander dans le lac par la cause que j'ai indiquée, je ne doute pas qu'il n'en ait été occasionné de considérables aussi par une autre cause : je veux dire par le fait de l'éboulement des matériaux vomis d'abord dans le lac en si grande abondance. Je pense même que ce phénomène doit se renouveler de temps à autre dans tous les lacs qui reçoivent des cours d'eau charriant beaucoup (1).

» M. de Saussure a traversé la Simmen et la Kander en deçà et au delà

(1) Telle serait l'une des causes des seiches. Mais la plus fréquente, selon moi, ce sont les tremblements de terre. Les plus faibles même peuvent, je crois, produire des seiches sensibles, à en juger par les expériences en petit qu'il est facile de faire dans un bain. D'ailleurs, pour les lacs fort longs et sous l'influence de circonstances climatériques fort diverses, d'un bout à l'autre, comme il arrive pour le lac de Genève et même pour ceux de Lucerne, Zurich et Constance, les brusques changements de vents et même les brises périodiques venant des vallées alpines débouchant dans ces lacs, doivent aussi produire des seiches plus ou moins marquées.

de Wimmis, en allant du Simmenthal à Spiez, village auprès duquel il trouva au lac de Thoune une profondeur de 350 pieds. Il parle du pont de bois de la Kander, remplacé aujourd'hui par un beau pont de pierre de 25 mètres d'ouverture et de près de 13 mètres d'élévation sur les basses eaux; il admire le pont encore subsistant de la Simmen (1), d'une seule arche, en pierre, de 24 mètres d'ouverture et de 19 mètres d'élévation sur l'étiage, et, chose étonnante, il ne dit mot de l'œuvre pourtant si grande et si frappante des deux rivières, de cette excavation large de 50, 100 et jusqu'à 200 et 300 mètres, et de 20 mètres et plus de profondeur, qu'elles ont faite dans l'ancienne pleine unie dont il reste des lambeaux plus ou moins étendus de part et d'autre de cette immense excavation bifurquée.

» Sans doute, un phénomène analogue est fréquent dans les Alpes; mais, comme c'est ici le seul cas peut-être où il ait une cause humaine et récente, il me semble que c'est la peine de le remarquer. Combien peu de géologues, en effet, croient les cours d'eau actuels, et surtout ceux de la classe de la Kander et de la Simmen, capables de pareils effets!

» Il serait pourtant facile d'en produire, en moins d'un quart de siècle, de plus grands et de plus comparables encore aux phénomènes géologiques analogues. Si l'on ouvrait, par exemple, un petit *tunnel* fort court ou une tranchée, sur la droite de la Sihl, auprès du pont de Schindellegi, dans la direction du village de Wolleran, cette rivière tombant alors tout à coup dans le lac de Zurich, non plus de 30 mètres de hauteur, comme il en advint en 1714 pour la Kander, mais de 330 mètres, aurait bientôt en partie comblé ce lac peu profond et produit dans les vallées de Willerzell, d'Einsiedeln et de Rothenthurm, qui lui fournissent ses eaux, des changements prodigieux, et cela toujours en vertu du principe qui veut que les cours d'eau se mettent en équilibre avec le fond sur lequel ils coulent.

» Le rebord qui empêche cette déviation de la Sihl est si peu élevé et si peu épais, qu'on a pu craindre qu'elle ne se fît naturellement, et toujours est-il qu'une chapelle a été bâtie, il y a des siècles, sur le point le plus menacé, comme pour conjurer un événement si redoutable.

» La troisième grande opération hydraulique de la Suisse que j'ai à citer est la correction de la Linth. Mais après les détails que j'ai donnés à son sujet dans ma Note précédente, il ne me reste guère ici qu'à les compléter à quelques égards en les résumant.

» J'ai dit que la Linth, qui charrie beaucoup, obstruait le canal d'écou-

---

(1) *Voyages*, § 1664.

lement du lac de Walen et rendait de plus en plus marécageuse et malsaine la vaste plaine où avait lieu, au commencement de ce siècle, la rencontre des deux cours d'eau ; que l'illustre Escher, à l'exemple de ce qui avait été fait pour la Lütschinen et la Kander, détourna la Linth à partir de Mollis et la jeta dans le lac au moyen du canal qui porte son nom, canal qui a aujourd'hui une longueur d'environ 6 kilomètres et une pente moyenne de $0^m,0025$ par mètre. J'ai dit qu'il creusa ensuite, et surtout qu'il fit creuser par la rivière elle-même, la large barre que ses apports avaient formée, en la contraignant à couler dans un canal étroit, puis en augmentant son action sur le fond et en concentrant cette action au milieu du canal au moyen de petits éperons rapprochés, un peu remontants, submersibles et en pente des rives vers le milieu du courant. J'ai dit encore que ce second canal, nommé *Linth-Canal*, a environ 16 kilomètres de longueur entre les deux lacs de Walen et de Zurich; qu'il a une pente moyenne de près de $0^m,001$ par mètre sur les cinq sixièmes de sa longueur à partir du premier lac, et une pente décroissante à l'approche du lac de Zurich ; enfin qu'Escher avait ainsi abaissé d'environ 4 mètres le canal d'écoulement du lac de Walen et ce lac lui-même, et par là assaini toute la plaine dont il était question tout à l'heure, laquelle est aujourd'hui couverte de cultures, d'habitations et d'importantes fabriques.

» Bref, par le détournement de la Linth, Escher a fait cesser l'exhaussement progressif du banc de cailloux qui avait relevé avec le temps de 6 pieds, dit-on (1), le lac de Walen, et il a modéré les crues du torrent à proportion de l'étendue de la surface de ce lac sur laquelle elles se répandent; puis il a fait servir le trop-plein, ainsi accru et toujours limpide, à creuser le canal dans lequel il l'a contraint à couler ; c'est-à-dire qu'il a résolu là complétement et parfaitement la question d'inondations qui s'était offerte à lui, laissant à la postérité un modèle admirable à suivre.

» Je ne puis lire, continue l'auteur, tout ce qui, dans cet écrit, se rapporte à l'endiguement de la Reuss à Alforf et surtout à l'endiguement de l'Aar entre Thoune et Berne, de quelque intérêt, de quelque importance que soient ces travaux et leurs accessoires; ni les détails fournis soit sur les barrages construits dans diverses gorges pour en arrêter l'érosion et pour rendre le reboisement praticable, soit sur les cunettes pavées faites sur les cônes de déjections de plusieurs torrents pour en prolonger les couloirs na-

(1) Nivellement exécuté dans le bassin de l'Aar, etc., par le professeur Trechsel. (*Bibliothèque universelle*, tome VI, page 180.)

turels jusqu'aux lacs voisins, et porter ainsi jusqu'à ces lacs les déjections des torrents.

» Je suis réduit à passer également les développements donnés sur les grandes entreprises de l'endiguement de l'Isère et de l'Arc en Savoie, de l'Arve en Faucigny, et sur les travaux au moyen desquels on pourrait rendre cette dernière rivière plus maniable qu'elle ne l'est, en retenant dans la gorge de Chède les matériaux qu'elle y prend et en diminuant la hauteur de ses crues au moyen de grandes retenues sur son cours, à Servoz et à Villette. La description de tous ces travaux, des projets que j'y rattache, et d'autres travaux encore faits ou faisables sur le Fier nommément, exigerait plus de temps que l'Académie ne peut m'en accorder.

» Voici seulement les derniers mots de la longue Note que j'ai l'honneur de lui soumettre et la conclusion.

» Les personnes qui attribuent une grande importance aux rigoles de niveau que M. Hauducœur a mises en usage aux environs de Paris, pourront être surprises que je sois arrivé au bout de cette Note sans qu'il en ait été question. Le fait est que je n'ai vu aucune application de ce moyen ingénieux et que je n'en ai même aucunement entendu parler ni en Suisse ni en Savoie, pendant un voyage de trois mois; et je me l'explique parce que les rigoles de niveau tendent énergiquement à faire dévaler le terrain quand la pente est forte.

» Dois-je ajouter que j'avais omis cette observation, et que M. Vicat, qui, comme moi, est né et a longtemps vécu dans les Alpes, a bien voulu me la conseiller?

» Les divers travaux que je viens de passer en revue et les propositions que je me suis permis de mêler à l'examen de quelques-uns, indiquent, je crois, suffisamment ce qu'il y a à faire, selon moi, pour rendre les rivières maniables; leur concentration dans un lit unique en certains cas, et en général dans un double lit mineur et majeur, procure ensuite, en vertu d'un principe nouveau, sur lequel j'ai dû insister, tout l'abaissement possible de leurs eaux, et le tout ensemble les amène et les maintient à un régime stable et satisfaisant.

» Telle me paraît être, en peu de mots, la conclusion à tirer de cette Note et des précédentes. Mais cette conclusion a trop d'importance pour ne pas mériter d'être développée : ce sera l'objet d'une cinquième Note. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur le percement des Alpes entre Modane et Bardonèche;* par **M. L.-F. Ménabréa.**

« Le Piémont, séparé de la France par la haute chaîne des Alpes, sentait combien il importait à son avenir de franchir cette barrière par un chemin de fer; aussi les moyens de parvenir à ce but sont-ils depuis longtemps l'objet de ses plus sérieuses préoccupations.

» Les explorations faites depuis le Simplon jusqu'aux Apennins démontrent que le passage qui satisfait à la condition de la communication la plus directe avec la capitale de la France et qui en même temps présente le moins de difficulté, se trouve placé entre Bardonèche et Modane. En effet, vers ces deux localités, les vallées de l'Arc et de la Doire sont presque parallèles; l'une descend de l'est à l'ouest, tandis que l'autre a une pente en sens contraire, et les deux points où elles se trouvent de niveau correspondent à peu près à la partie la plus étroite de la chaîne des Alpes. Cette position importante, qui avait déjà été remarquée, il y a environ vingt ans, par M. Médoil, fut l'objet d'études suivies de la part des ingénieurs et des géologues. Le problème qu'on se proposait de résoudre n'était point de franchir les Alpes au moyen de mécanismes plus ou moins ingénieux, mais bien d'éviter *la gravité* qui, dans l'exploitation des chemins de fer, produit, pour *cinq mètres* d'élévation verticale, un travail résistant équivalent à celui que présente un kilomètre de route horizontale; on voulait, en un mot, faire disparaître les Alpes en les traversant par une galerie. Entre Modane et Bardonèche, l'épaisseur de la montagne est de 13 kilomètres environ. L'élévation de la cime ne permettait pas d'employer les puits pour entreprendre le tunnel sur plusieurs points, il ne restait donc qu'un moyen, celui de travailler seulement par les deux extrémités. Mais ici surgissaient plusieurs difficultés, d'abord celle du temps. En supposant même que cette opération eût été exécutable par les procédés ordinaires, il n'aurait pas fallu moins de 36 ans pour l'achever. L'aération soulevait de grands doutes. Le déblayement était une opération difficile; enfin on se préoccupait également beaucoup de la constitution géologique de la montagne, qui aurait pu opposer un obstacle presque insurmontable.

» MM. Élie de Beaumont et Angelo Sismonda ont étudié attentivement le terrain et ont signalé, entre Modane et Bardonèche, la distribution des roches suivantes : *grès micacé* mélangé avec des *schistes micacés; quartzite, gypse anhydre* intérieurement; *calcaire dolomitique,* enfin *calcaire cristallin*

schisteux alternant avec le *schiste argilleux*. Le quartzite seul offre une grande résistance à la perforation; mais il ne semble pas que la couche qu'on doit traverser soit très-puissante; les autres roches peuvent être facilement attaquées par la mine. Ces indications ont été vérifiées par d'autres géologues et spécialement par M. Mortillet.

» Afin d'accélérer la perforation de la galerie, deux savants ingénieurs, MM. Mauss et Colladon, de Genève, imaginèrent, chacun de leur côté, des systèmes fort ingénieux. Mais un examen attentif laissant encore beaucoup de doute sur leur succès, on dut procéder à de nouvelles études à la suite desquelles trois ingénieurs sardes, MM. Sommeiller, Grattone et Grandis, combinèrent un système complet d'appareils, propres à pourvoir simultanément à la ventilation, à la perforation et au déblayement.

» La base de ce système est une nouvelle machine destinée à comprimer l'air et qui est désignée par ses auteurs sous le nom de *compresseur hydraulique*. Cet appareil est très-simple et consiste en un siphon renversé qui, d'un côté, est en communication avec une prise d'eau, et de l'autre avec un réservoir à air. L'eau descend dans la première branche du siphon, remonte dans la deuxième et y comprime l'air qui s'y trouve; cet air, lorsqu'il est arrivé à un degré suffisant de force élastique, ouvre une soupape qui l'introduit dans un réservoir. Alors la soupape de vidange s'ouvre, et lorsque l'eau de la deuxième branche du siphon est évacuée, le mouvement recommence. Le mouvement des soupapes d'admission de l'eau et de vidange est réglé par une petite machine à colonne d'eau. L'air, dans le réservoir, est maintenu à une pression constante au moyen d'une colonne d'eau qui communique avec un réservoir supérieur. La force vive acquise par l'eau dans le siphon est utilisée pour opérer la condensation de l'air; ainsi avec une chute d'eau de 20 *mètres*, on a pu comprimer de l'air à six atmosphères, soit à près de 62 mètres d'eau de pression.

» L'air étant comprimé, on s'en sert comme force motrice, comme on le verra.

» Le Gouvernement sarde, avant d'entreprendre le percement des Alpes, voulut s'assurer que les nouveaux moyens proposés en assureraient le succès; il nomma, à cet effet, une Commission dont j'avais l'honneur de faire partie, et qui porta son examen sur tout le système et spécialement sur la ventilation qui était l'objet des doutes les plus sérieux.

» La Commission fit une série d'expériences avec un compresseur de la force d'environ quatre chevaux et demi effectifs.

» La chute était de 20 mètres environ, et la compression de l'air

s'opérait à *six* atmosphères. La proportion du travail utile au travail théorique était de $0^{m},50$. Un examen attentif de la machine démontra qu'il serait facile d'atteindre la proportion de 60 pour 100. La machine marchait avec une régularité remarquable. On avait d'abord craint que l'air ne s'élevât à une haute température par l'effet de la compression; mais on remarqua qu'après avoir fait travailler la machine pendant longtemps, cette température ne dépassa jamais de plus de 30 degrés la température extérieure, résultat dû à ce que le piston qui opérait la compression était une colonne d'eau qui se renouvelait sans cesse.

» Les réservoirs, de la capacité de 8 mètres cubes, étaient formés de chaudières ordinaires à vapeur. Ils avaient été goudronnés intérieurement, ce qui les rendait parfaitement étanches.

» Après avoir expérimenté la machine, la Commission établit une série d'expériences sur le mouvement de l'air dans les tubes. A cet effet, on disposa des tubes du diamètre intérieur de 60 millimètres.

» Leur développement total était de 399 mètres, composés de :

Tubes en plomb..............................	301 mètres de longueur.
Tubes en caoutchouc revêtus extérieurement de toile.	98 »
Total........	399 mètres de longueur.

Il y avait 18 diaphragmes qui restreignaient la section à 53 millimètres de diamètre; les tubes formaient 76 spires de $1^{m},10$ environ de diamètre. On fit varier la section de l'orifice d'écoulement de $18^{mmq},13$ à $492^{mmq},84$.

» L'air dans le réservoir était maintenu à une pression constante par une colonne d'eau de 51 mètres de hauteur environ. Afin de mesurer la perte de pression qui avait lieu dans la conduite, on établit deux vases remplis de mercure communiquant l'un avec le réservoir à air, à l'origine de la conduite, l'autre avec l'extrémité de celle-ci. Deux tubes étaient adaptés verticalement, un à chacun de ces vases; leurs extrémités inférieures plongeaient dans le mercure qui s'élevait librement dans ces tubes dont les extrémités supérieures communiquaient avec l'atmosphère. Le résultat des expériences est consigné dans le tableau suivant :

SECTION de l'orifice.	VITESSE dans la conduite.	VITESSE à l'orifice de la conduite.	MANOMÈTRE à l'origine de la conduite.	PERTE de pression observée.
millimèt. carrés.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
18,13	1,012	149,0	0,3780	0,0039
63,43	3,197	144,2	0,3775	0,0502
63,43	3,604	160,6	0,3814	0.0609
63,43	4,106	183,0	0,3740	0,0608
81,56	4,415	150,9	0,3783	0,0683
179,07	10,157	160,4	0,3689	0,3910
312,59	15,100	136,6	0,3751	0,9030
492,56	16,460	105,9	0,3692	0,5560

» Toutes ces expériences sont représentées par une courbe de forme très-régulière. Les résultats qu'on en déduit s'éloignent notablement de ceux assez généralement admis d'après d'autres expériences assez incomplètes; ils se rapprochent, au contraire, de ceux auxquels ont été conduits MM. Poncelet et Pecqueur, dans des expériences qu'il est à regretter qu'on n'ait pas encore publiées.

» On peut donc déduire avec certitude des expériences que nous avons faites que, à la distance de 6500 mètres (moitié de la longueur de la galerie des Alpes), pour un tube de 10 centimètres de diamètre, avec une vitesse de 5 mètres à l'origine de la conduite, et une pression de 6 atmosphères dans le réservoir, la perte de pression ne serait que de 1 $\frac{1}{3}$ atmosphère : ce résultat, déduit d'expériences faites avec le plus grand soin et sur une vaste échelle, suffit pour dissiper toutes les craintes que l'on aurait pu concevoir sur la possibilité de conduire de l'air dans le centre de la montagne.

» Après avoir établi ce fait important, la Commission s'est occupée de l'emploi de l'air comprimé comme force motrice. Elle a d'abord expérimente sur un perforateur inventé par M. Bartlett, dans lequel on avait substitué l'air comprimé à la vapeur qui le faisait primitivement mouvoir. Le succès de la substitution de l'air à la vapeur fut complet.

» On essaya ensuite un autre perforateur très-simple et de peu de volume, inventé par M. Sommeiller; cette nouvelle machine réussit parfaitement. Ainsi la question de l'air comprimé comme force motrice est résolue.

» On a constaté un fait important dans la question dont il s'agit : c'est que, par l'effet de la dilatation rapide de l'air comprimé à 6 atmosphères

lorsqu'il sort de la machine, l'eau située à proximité de la machine se congelait, quoique la température extérieure fût moyennement de 18 degrés. Ainsi, en lançant une grande masse d'air comprimé au fond d'une galerie qui se trouverait à 1600 mètres au-dessous de l'enveloppe extérieure du globe et où, par conséquent, par l'effet de la chaleur centrale, la température s'élèverait à 50 degrés environ, on obtiendrait un abaissement de température considérable par l'effet même de la dilatation de l'air.

» Avec les perforateurs à air, on a pratiqué des trous de mine dans des roches de diverses espèces, depuis les calcaires tendres jusqu'aux *siénites* les plus dures, et il a été constaté qu'en employant cet appareil, on faisait moyennement un trou de mine *douze fois* plus vite qu'avec les moyens ordinaires actuellement en usage. Pour apprécier l'importance de ce résultat, il suffit d'observer que, dans la formation des galeries de mines, les *trois quarts* du temps total sont employés pour faire les *seuls trous de mines;* l'autre *quart* suffit pour charger les mines, en déterminer l'explosion et pour déblayer.

» Si donc, par le moyen des nouveaux appareils, on diminue dans une proportion si considérable la portion principale du temps employé ordinairement à la formation des galeries des mines, il est évident que l'on aura résolu la partie la plus importante du problème du percement des Alpes, celui de l'accélération du travail.

» Mais il y a plus : les nouveaux perforateurs occupent peu d'espace; là où trois couples de mineurs à peine peuvent travailler, on peut placer jusqu'à dix-huit perforateurs, ce qui sera un nouvel élément pour rendre le travail plus rapide.

» La petite galerie sera de section rectangulaire de $2^{m},50$ de côté.

» Afin de rendre les déblais plus faciles, on a imaginé un système d'appareils très-simples; d'un autre côté, pour faciliter les manœuvres et pour éviter les dangers que présenterait une galerie de petite section, l'on formera simultanément la galerie à grande section qui suivra celle à petite section à la distance d'environ 200 mètres.

» D'après les données précédentes, les auteurs du projet espèrent dans *six ans* avoir terminé la galerie des Alpes. Ils évaluent à 3 mètres par jour l'avancement de chaque côté de la montagne, c'est-à-dire à 6 mètres par jour en total, tandis que, par les moyens ordinaires, l'avancement de chaque galerie ne dépasserait pas $0^{m},45$ à $0^{m},50$ par jour, et en total $0^{m},90$ à 1 mètre.

» Après avoir exposé l'ensemble du système proposé et les expériences qui ont été faites pour s'assurer de son efficacité, je résumerai les données

principales relatives à la galerie. Sa longueur totale est de 12 500 mètres, comme il a été dit. Elle est tracée dans un même plan vertical; mais elle se divise en deux pentes vers les deux orifices, afin de faciliter l'écoulement des eaux que l'on pourrait rencontrer. L'orifice méridional de la galerie vers Bardonèche est à la cote de 1324 mètres au-dessus du niveau de la mer. A partir de ce point la galerie s'élève avec une pente moyenne de 5 pour 1000 sur une distance de 6250 mètres jusqu'à la cote 1335 mètres qui est le point culminant; de là elle descend sur une longueur pareille de 6250 mètres avec une pente moyenne de 23 pour 1000 jusqu'à l'orifice septentrional vers Modane qui est à la cote 1190 mètres. La crête de la montagne se trouve au-dessus du point culminant à une élévation verticale de 1600 mètres environ.

» On a calculé que, pour l'aération nécessaire au renouvellement de l'air vicié par la respiration, par les lumières et par la poudre employée pour les mines, il fallait dans chacun des deux troncs de galerie 85 924 mètres cubes d'air par 24 heures à la pression atmosphérique, soit 14320 mètres cubes à la pression de six atmosphères.

» La quantité d'air nécessaire pour faire mouvoir les perforateurs n'est que de 667 mètres cubes à six atmosphères de pression. Ainsi l'air comprimé, après avoir agi comme force motrice, contribuera en partie à l'aération. Du côté de Bardonèche il existe plusieurs torrents qui ne tarissent jamais et dont la chute est capable de comprimer au moins 98 064 mètres cubes d'air par jour et de les réduire à la pression de six atmosphères.

» Du côté de Modane on a l'Arc, torrent rapide et dont la partie considérable fournit une force qui dépasse de beaucoup celle requise. Toutes les conditions se trouvent donc réunies pour assurer le succès de l'entreprise. Lorsque cette grande œuvre sera achevée, on pourra dire qu'il n'y a plus d'Alpes : il sera facile de se rendre de Paris à Turin en 22 heures et de Paris à Milan en 27 heures.

» Tel est le résultat auquel le Gouvernement sarde a l'espoir fondé d'arriver à une époque peu éloignée; les sacrifices qu'il s'impose, dans ce but, ne sont pas au-dessous de la grandeur de l'entreprise. Le percement des Alpes est en corrélation avec le canal de l'isthme de Suez, qui se fera nécessairement malgré les obstacles qui s'y opposent. Par ces deux grandes opérations, un nouvel avenir s'ouvre à l'Europe. D'après ce que j'ai exposé, on a pu se convaincre que le Gouvernement sarde n'a mis la main à cette grande œuvre qu'après de longues et sérieuses études, et qu'il a voulu auparavant s'entourer de toutes les lumières que pouvaient lui fournir la science et la pratique la plus consommée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie des Beaux-Arts annonce que cette Académie a désigné deux de ses Membres, MM. Auber et Halévy, pour être adjoints, conformément au désir exprimé par l'Académie des Sciences, à la Commission chargée de l'examen d'un Mémoire de M. *P. Loyer* sur les bases mathématiques de la musique.

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur les dépôts minéraux formés par les sources thermales de Plombières, avant et pendant la période actuelle.* — Deuxième partie : *Relation des sources thermales avec les filons métallifères de la contrée; par* **M. Daubrée.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Cordier, de Senarmont Ch. Sainte-Claire Deville.)

« Des sources thermales ont, selon toute vraisemblance, apporté les minerais métalliques dans la plupart des filons. M. Élie de Beaumont, conduit par de profondes analogies, a mis en lumière ce fait important, confirmé par les expériences synthétiques de M. de Senarmont et l'objet de nombreuses études de M. Bischof. Mais en général les anciennes sources sont aujourd'hui taries, soit qu'elles aient obstrué leurs canaux par leurs propres incrustations, soit que de nouvelles dislocations aient arrêté leur cours, soit à la suite d'un refroidissement des roches. Quelle que soit la cause de leur disparition, il n'existe plus guère de contrée où des sources thermales en pleine activité se montrent encore immédiatement juxtaposées à des dépôts métallifères.

» Il est cependant des localités où les deux phénomènes coexistent encore. Telles sont Badenweiler dans le grand-duché de Bade, Sylvanès dans l'Aveyron, Servoz et Courmayeur dans les Alpes. A Carlsbad et Marienbad en Bohême, une relation des sources thermales et gazeuses avec les filons de quartz et de fer oligiste du voisinage ressort clairement des excellentes descriptions que l'on possède de ces localités (1).

» Les observations relatives à la contrée de Plombières qui sont consi-

---

(1) Elles sont dues à MM. de Hof, de Warnsdorf, Kersten et Hochstetter.

gnées dans la seconde partie du Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie font connaître de nouveaux exemples de ce genre, et servent à confirmer, à préciser et à étendre les résultats déjà connus et à éclaircir la signification de ces faits.

» La vallée de Plombières est ouverte dans un plateau de grès bigarré dont les couches sont à peu près horizontales. Au fond de cette vallée vient pointer le granite. Cette roche est séparée du grès bigarré par un poudingue très-grossier qui paraît être le représentant du grès des Vosges.

» C'est du granite que sortent les sources thermales. La température des plus chaudes atteint 73 degrés. Elles jaillissent du thalweg même. D'autres sources beaucoup moins chaudes, connues sous le nom de *savonneuses*, se montrent sur les deux flancs de la vallée, à peu de distance des premières. Toutes ne contiennent qu'une faible quantité de matières salines (au plus $0^{gr},3$ par litre), parmi lesquelles prédomine le silicate de potasse.

» Une galerie souterraine percée dans le granite, à partir du fond de la vallée, va prendre les sources savonneuses le plus bas possible.

» Cette galerie a coupé plusieurs filons formés de spath fluor et de quartz. La disposition souvent rubannée du premier minéral est évidemment un produit de concrétions successives. Le granite qui encaisse les filons est tantôt incohérent et sableux, comme il arrive souvent dans les Vosges; tantôt il est imprégné de la manière la plus intime des minéraux du filon qui s'y sont extravasés et lui ont ainsi donné une extrême dureté. Le spath fluor a cristallisé dans beaucoup de géodes, ainsi que le quartz. Ces deux minéraux sont quelquefois accompagnés de baryte sulfatée et de très-petites quantités de pyrite de fer et de fer oligiste.

» C'est précisément de ces filons ou le long de leurs parois que jaillissent les sources savonneuses.

» Les actions chimiques qui ont autrefois produit le remplissage des filons n'ont pas été limitées à la roche granitique. Sur divers points, le poudingue du grès des Vosges en présente lui-même les effets. Ses galets sont cimentés par du quartz et par les autres minéraux des filons. A un niveau plus élevé encore, jusqu'à la surface du plateau, le grès bigarré lui-même renferme des veines de quartz cristallisé qui représentent l'épanouissement supérieur de ces dépôts. Ainsi de même qu'en Bourgogne, aux environs d'Avallon, les filons qui coupent le granite forment, pour ainsi dire, un tronc dont les ramifications se sont étendues dans les couches superposées à cette roche.

» Une autre association entre des sources thermales et des dépôts métal-

lifères, toute semblable à celle de Plombières, se montre à 15 kilomètres de cette localité. Il existe dans la commune de Dommartin une source thermale volumineuse, connue sous le nom de Chaude-Fontaine. Sa température s'élève à 23°,5, bien qu'avant son arrivée au jour elle se trouve mélangée d'abondantes infiltrations d'eau froide. Or cette source jaillit à côté d'un groupe de petits filons formés de quartz et de fer oligiste. Des recherches sur ce dernier minerai ont même été faites, il y a peu d'années, à moins de 300 mètres au sud de la source thermale.

» D'autres filons de la contrée, formés de quartz, de spath fluor, de baryte sulfatée et de fer oligiste sont en relation avec ceux de Plombières et de Chaude-Fontaine, tant par leur composition minéralogique que par leur alignement. Le filon de quartz de la vallée des Roches et ceux de la Poirie près de Remiremont, appartiennent à une même ligne de fracture de 24 kilomètres de longueur, dirigée parallèlement à la vallée et aux filons de Plombières, ainsi qu'au système de la Côte-d'Or. Cette ligne constitue un nouveau trait d'union entre les phénomènes thermaux des deux localités.

» Ainsi à Plombières et à Chaude-Fontaine, les sources thermales ne paraissent être que la dernière phase des phénomènes qui ont produit le remplissage des filons.

» Nous sommes d'ailleurs amenés à reconnaître deux périodes distinctes dans le régime des eaux minérales de la contrée de Plombières.

» La première période est évidemment plus récente que le grès rouge et le grès des Vosges. Mais les terrains moins anciens manquant dans le pays, on manque de repères pour en apprécier l'âge avec plus d'approximation. Rien ne prouve que cette période ne soit pas postérieure même au terrain jurassique, comme les filons de la Bourgogne; et même qu'elle n'ait pas été continuée postérieurement aux terrains tertiaires. Sur le revers oriental des Vosges, il existe en effet des dépôts également formés de fer oligiste, de quartz et de baryte sulfatée qui se sont épanchés dans les couches tertiaires miocènes; ils sont contemporains des gîtes de bitume qui les avoisinent, comme je l'ai prouvé ailleurs.

» On peut ensuite reconnaître que les deux périodes ont été séparées par un changement dans le relief de la contrée. En effet, les dépôts siliceux qui imprègnent le grès des Vosges, à Plombières par exemple, s'élèvent à plus de 60 mètres au-dessus de la vallée. Quand ces dépôts ont été formés, la vallée n'était pas encore échancrée profondément comme elle l'est aujourd'hui; autrement les sources n'auraient pu s'élever à un tel niveau. C'est

donc après le mouvement qui a imprimé au sol les derniers traits de son relief que les eaux minérales ont changé de régime.

» Les filons présentent dans leur structure intérieure les mêmes indices de changement. Le granite, le quartz et le spath fluor y ont été concassés comme M. Jutier l'a reconnu. Les fragments de ces substances sont en partie arrondis comme s'ils avaient frotté les uns contre les autres. Parfois ce conglomérat est cimenté par des détritus pulvérisés; souvent aussi il a été réagglutiné par de la chaux fluatée. Or, dans ce second dépôt, la chaux fluatée diffère complétement de celle qui avait primitivement incrusté les filons. Elle est formée de petits cristaux microscopiques à peine agrégés entre eux, tout à fait semblables à ceux que j'ai reconnus dans les fissures des maçonneries romaines et qui par conséquent appartiennent à une époque récente. Un tel contraste dans les caractères du spath fluor, selon qu'il a été précipité *avant* et *après* le mouvement intérieur des filons correspond très-probablement à une modification dans la composition des sources.

» Le changement que nous reconnaissons s'être opéré dans les sources thermales de la contrée de Plombières, ne présente pas le caractère d'une transformation graduelle et lente, comme celle qui a pu résulter ailleurs de la simple action du temps. Ce changement paraît plutôt la conséquence indirecte d'un mouvement qui aurait précédé le creusement des vallées jusqu'à leur profondeur actuelle. Les conglomérats de frottement produits dans l'intérieur des filons annoncent d'ailleurs que ce mouvement a aussi disloqué les canaux par lesquels s'élevaient les eaux thermales.

» Les faits que nous venons d'exposer montrent en quoi il conviendrait de modifier l'opinion généralement admise sur la stabilité des eaux thermales. Beaucoup d'entre elles sont, il est vrai, utilisées depuis l'antiquité, sans qu'on ait constaté de changements bien sensibles dans leur composition ou leur température. Mais qu'est-ce que la durée de la tradition auprès de celle des périodes géologiques dont tant de phénomènes sont les *temoins* irrécusables?

» Les sources thermales des deux périodes successives, malgré les différences évidentes que nous venons de signaler, présentent des analogies qui ne sont pas moins remarquables; il en est deux que je dois encore signaler. 1° Les sources actuelles contiennent encore des fluorures (1), et déposent de nos jours de la chaux fluatée. 2° Elles renferment aussi du silicate alcalin

---

(1) Comme MM. O. Henry et Lhéritier l'ont constaté il y a plusieurs années; M. Nicklès l'a confirmé récemment.

en dissolution. Or mes expériences ont prouvé qu'une telle eau suréchauffée précipite du quartz cristallisé (1). Ces traits de ressemblance expliquent comment les filons de Plombières formés de quartz, de spath fluor et l'énorme dépôt quartzeux de la vallée des Roches peuvent être par leur origine en relation très-intime avec les sources de l'époque actuelle. »

GÉOLOGIE. — *Sur le spath fluor qui existe en filons dans le granite de Plombières; Note de* M. JUTIER.

La communication de M. Nicklès, reçue par l'Académie dans la dernière séance, ayant rappelé la découverte d'un filon de fluor faite par M. l'ingénieur Jutier dans le granite de Plombières, M. Élie de Beaumont met sous les yeux de l'Académie des échantillons de plusieurs variétés de ce minéral qu'il a reçues depuis plusieurs mois de M. Jutier, et lit la Note suivante qui lui a été transmise en même temps par cet habile ingénieur :

« Les échantillons que je joins à cette Note, et qui me paraissent offrir quelque intérêt, proviennent de la galerie des sources savonneuses (dans le granite porphyroïde).

» Il n'est plus douteux pour moi que les eaux minérales arrivent par des filons, comme je l'avais présumé et annoncé à la suite de l'examen attentif des lieux. Plusieurs faits sont venus confirmer cette présomption.

» De plus, ces filons sont caractérisés par une formation de spath fluor, tantôt tapissant de magnifiques géodes cristallines, tantôt formant masses et remplissant le filon. Une formation postérieure de quartz est venue fréquemment cristalliser à la surface du spath fluor.

» De petits filons de jaspe traversent le granite et sont en relation avec les filons de spath fluor.

» Je recueille avec soin sur les lieux tous les indices qui peuvent se rattacher à cette intéressante question. »

(Commissaires, MM. Cordier, de Senarmont, Charles Sainte-Claire Deville).

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XLV, p. 792.

CHIMIE. — *Action de l'acide sulfurique sur les composés du barium, du strontium et du calcium;* par MM. **Liès-Bodart** et **E. Jacquemin**. (Extrait par les auteurs.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Balard.)

« *Composés du barium.* — L'acide sulfurique monohydraté dissout les composés du barium, ainsi que le prouvent nos expériences, qui ont porté sur l'oxyde, le sulfure, le chlorure, le chlorate, l'iodate, le nitrate, le phosphate, le borate, le chromate, le carbonate, l'oxalate, le formiate, l'acétate, le butyrate, le valérate, le benzoate, le cinnamate, le tartrate. Il se forme du bisulfate de baryte avec mise en liberté de l'acide composant, ainsi qu'il résulte de l'équation générale qui suit :

$$\overline{R}O,BaO + S^2O^6, 2HO = \overline{R}O,HO + S^2O^6,BaO,HO.$$

» Lorsque l'on abandonne dans un verre à pied ces dissolutions, on remarque, du jour au lendemain, une formation constante d'aiguilles radiées, groupées en houppes soyeuses, qui tapissent les parois. Ce bisulfate n'a pu être rigoureusement analysé, parce qu'il ne nous a pas été possible, par des briques absorbantes, de débarrasser entièrement les cristaux de l'acide qui les imprègne, mais nous sommes fondés à admettre avec Berzelius l'existence du bisulfate de baryte par deux raisons.

» En effet, quand on chauffe ces aiguilles sur une lame de platine, il se dégage des fumées d'acide sulfurique infiniment plus abondantes que celles qui seraient dues au seul acide interposé, et il reste un dépôt blanc de sulfate neutre. Et enfin, lorsqu'un poids donné de ce corps est traité par l'eau, il se précipite du sulfate neutre de baryte que l'on recueille sur un filtre, et dont la quantité pondérale est inférieure à celle que l'on obtient de la précipitation de la liqueur filtrée par un sel de baryte. Le poids supérieur ne peut provenir évidemment du seul acide non combiné, c'est un résultat de cet excès d'acide et de l'équivalent d'acide sulfurique devenu libre par la décomposition opérée par l'eau.

» Nous avons déterminé la solubilité dans l'acide sulfurique d'un certain nombre de composés du barium et obtenu les nombres qui suivent :

1 partie d'oxyde soluble dans	35	parties d'acide.	1 partie de borate dans	30	parties d'acide.
» sulfure	35	»	» chromate....	40	»
» chlorure.........	30	»	» carbonate....	35	»
» sulfate...........	45	»	» oxalate......	25	»
» nitrate...........	40	»	» acétate.. ...	25	»
» phosphate..	30	»			

» En changeant le milieu, il se produit une rupture d'équilibre dans ces dissolutions, et du sulfate neutre de baryte se précipite. C'est l'effet que l'on produit toutes les fois que l'on y ajoute de l'eau.

» L'alcool agit de même, tout en subissant dans certains cas, d'une manière fort nette, l'action de l'acide éliminé. Ainsi, avec la dissolution de nitrate de baryte, il se dégage de l'éther nitreux ; avec le chromate de baryte, de l'aldéhyde : l'acétate, le butyrate donnent immédiatement les éthers correspondants.

» L'éther se comporte de même, en contractant avec l'acide sulfurique cette combinaison particulière que nous avons signalée dans une précédente communication.

» L'acétate, le butyrate et le valérate présentent à la dissolution sulfurique une particularité fort intéressante. Il est impossible, par exemple, de percevoir dans ce cas l'odeur si caractéristique de l'acide acétique ; mais que l'on vienne à chauffer, ou que l'on additionne d'eau, et l'acide mis en liberté se manifeste par son odeur piquante. C'est à peine aussi si l'on peut affirmer, par l'odorat, le déplacement des acides butyrique ou valérique, car l'odeur n'est pas plus prononcée que dans le sel même soumis au traitement.

» *Strontiane et ses sels.* — Notre examen a porté sur les mêmes composés que pour la baryte, et les résultats obtenus par nous ont été semblables, sauf la solubilité dans la plupart des cas. Les sels de strontiane se dissolvent en général dans l'acide sulfurique avec plus de difficulté que les composés correspondants du barium. Voici du reste les nombres obtenus pour quelques-uns d'entre eux :

1 partie d'oxyde de strontium soluble dans	35	d'acide.	1 partie phosphate dans	40	d'acide.
» sulfure	40	»	» carbonate	30	»
» chlorure	40	»	» oxalate	30	»
» sulfate	45	»	» acétate	25	»
» nitrate	35	»			

» *Chaux et ses sels.* — Nous ferons les mêmes observations pour la chaux et ses sels. Ces composés sont moins solubles que les combinaisons barytiques et strontiques, et du jour au lendemain, même dans des flacons fermés, la liqueur se trouble d'un dépôt qui va en augmentant, et que 100 parties d'acide sulfurique ont peine à faire disparaître. Les chiffres que nous allons indiquer n'ont rien d'absolu, car on constate des variations dans la solubilité d'un même sel selon le mode d'opérer. Ainsi, en ajoutant à 1 gramme de phosphate de chaux des quantités successives d'acide sulfurique, il nous

fallut 55 de ce dernier pour produire une dissolution complète; pour vérifier, nous fîmes agir d'abord 40 grammes à la fois, et cette quantité fut suffisante. Voici les résultats de nos déterminations :

1 partie d'oxyde soluble dans	40	parties d'acide.		1 partie carbonate dans	40	parties d'acide.	
»	chlorure........	40	»	»	oxalate......	30	»
»	sulfate...........	40	»	»	acétate......	25	»
»	nitrate...........	30	»	»	butyrate.....	30	»
»	phosphate........	40	»	»	tartrate.....	30	»

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur le nombre de valeurs que peut acquérir une fonction de* n *lettres, quand on permute ses lettres de toutes les manières possibles; par* **M. É. Mathieu.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Liouville, Lamé, Bertrand.)

« Dans l'extrait du Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, à la séance du 31 mai dernier, j'ai donné les nombres de valeurs que peut acquérir une fonction de sept lettres. Ayant fait une omission dans cette énumération, je m'empresse de l'indiquer, et d'ajouter aux nombres que j'ai donnés, le nombre 30, qui représente le nombre de valeurs d'une fonction de sept lettres deux fois transitive. Je dirai aussi que j'avais reconnu par moi-même cette omission, quand j'ai su que cette fonction venait d'être signalée à l'Académie de Berlin par M. Kronecker.

» Dans le même extrait, j'ai rapporté qu'une fonction transitive qui a moins de huit lettres, n'est pas changée par une certaine permutation circulaire de toutes ses lettres, ou qu'elle est de la forme M + Mv, M et N étant deux fonctions qui ne sont pas changées par une même permutation circulaire de toutes leurs lettres $a, b, c, \ldots, k, l$ et v étant égal à

$$(a-b)(a-c)(a-d)\ldots(k-l);$$

cette loi ne saurait être générale, car j'ai reconnu que les fonctions transitives de huit lettres présentaient plusieurs exceptions à ce principe.

» Enfin je profite de cette occasion pour indiquer succinctement les résultats auxquels je suis arrivé pour les fonctions de huit lettres.

» Le nombre de valeurs d'une fonction intransitive de huit lettres est un quelconque des nombres

8, 16, 28, 56, 70, 112, 140, 168, 210, 224, 240, 280, 336, 420, 560, 630, 672, 840, 960, 1008, 1120, 1260, 1344, 1680, 1920, 2016, 2240, 2520, 2688, 2880, 3360, 4032, 4480, 5040, 5760, 6720, 8064, 10080, 13440, 20160, 40320.

» Le nombre de valeurs d'une fonction de huit lettres, qui n'est qu'une fois transitive, est un des suivants :

35, 70, 105, 140, 210, 420, 630, 840, 1260, 1680, 2520, 5040.

» Il y a deux fonctions de huit lettres qui sont deux fois transitives, sans l'être davantage; le nombre des valeurs de l'une est 240, celui de l'autre est 720.

» Il y a deux fonctions trois fois transitives de huit lettres; le nombre des valeurs est 30 pour l'une, 120 pour l'autre.

» Une fonction de huit lettres ne peut être plus de trois fois transitive, à moins que le nombre de ses valeurs soit 1 ou 2. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur les essais de plaqué d'argent; par* **MM. F. Pisani** *et* **P. Schmidt.**

(Commissaires, MM. Becquerel, Peligot.)

« Jusqu'à présent, disent les auteurs, les essais de plaqué d'argent se faisaient, soit par la coupellation, soit par la voie humide. Le premier de ces modes d'analyse ne saurait être exact, vu la grande quantité de cuivre unie à l'argent; quant au second, quoique plus exact, il existe comme tous les dosages par pesée un temps assez long. Nous avions essayé pour des plaques d'un titre élevé d'y doser directement l'argent au moyen de l'iodure d'amidon, après dissolution dans l'acide azotique, mais pour les titres plus faibles la coloration du cuivre empêchait de saisir la fin de l'opération. Il nous fallait, pour bien réussir, pouvoir dissoudre l'argent du plaqué sans que le cuivre fût attaqué; c'est ce que nous avons réalisé par la méthode nouvelle, que nous avons l'honneur de soumettre à l'appréciation de l'Académie. »

M. Roucher adresse de Philippeville (Algérie) une Note sur la constitution des marnes, et en particulier de quelques marnes d'Algérie.

« L'examen de quelques échantillons d'argiles et de marnes appartenant à la partie supérieure des terrains tertiaires de Sétif (Algérie) m'a fait, dit l'auteur, reconnaître entre leurs éléments des rapports assez simples pour pouvoir être traduits en formule, abstraction faite de l'acide carbonique uni aux bases terreuses. En appliquant cette manière d'envisager la constitution des argiles et des marnes à celles dont la composition a été

suffisamment détaillée pour cela par M. Berthier et M. Ville, on arrive également, ainsi que je le montre dans la Note que je soumets aujourd'hui au jugement de l'Académie, à des formules d'une remarquable simplicité, parfois identiques, et qui permettent de rapprocher toutes ces terres, non-seulement les unes des autres, mais encore de types minéralogiques parfaitement définis. »

Cette Note est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Pelouze et d'Archiac.

M. Paulet adresse deux nouvelles Notes concernant le dernier théorème de Fermat.

(Renvoi aux Commissaires précédemment nommés : MM. Liouville, Bertrand.)

M. Collongues, en présentant au concours pour le prix de Médecine et de Chirurgie un Mémoire « sur l'emploi de la dynamoscopie pour la constatation des décès », y joint une indication des points qui lui semblent devoir attirer plus spécialement l'attention de la Commission.

(Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. L. Bax envoie de Lectoure (Ariége) une Note sur un moyen qu'il a imaginé pour la reproduction fidèle des feuilles des végétaux, contours, nervures, pédoncule, etc.

Une Commission composée de MM. Brongniart et Payer est invitée à prendre connaissance de cette Note et à faire savoir à l'Académie si le procédé en question a en effet la nouveauté que lui suppose l'auteur.

M. Fréd. Sarlit soumet au jugement de l'Académie une Note ayant pour titre : « Puissance des électro-aimants employée comme force motrice dans les bateaux à vapeur ».

(Commissaires, MM. Pouillet, Combes.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie royale des Sciences de Turin, en adressant un nouveau volume des Mémoires, remercie l'Académie pour l'envoi de deux nouveaux volumes des *Comptes rendus* et de quelques pièces détachées.

M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie royale des Sciences de Naples envoie, pour la Bibliothèque de l'Institut, le volume nouvellement publié des Mémoires correspondant aux années 1855-57.

ZOOLOGIE. — *Sur l'insecte qui a perforé les balles en plomb de l'armée française en Crimée; par* M. Victor de Motschulsky.

M. le Maréchal Vaillant, dans la séance du 7 septembre 1857, avait mis sous les yeux de l'Académie des balles rapportées de l'expédition de Crimée dans lesquelles des larves d'insectes s'étaient creusé des galeries pour y subir leur métamorphose.

Il semblait désirable de se procurer tous les renseignements possibles sur un fait aussi curieux, et il était naturel d'en attendre de recherches faites en Russie. Grâce à la bienveillante intervention de M. de Kisselef, ces recherches ont été faites, et M. le Maréchal Vaillant en vient communiquer aujourd'hui les résultats consignés dans un Mémoire que lui adresse de Saint-Pétersbourg *M. V. de Motschulsky*.

Ce Mémoire, qui renferme beaucoup de détails déjà connus de l'Académie par le Rapport de M. Duméril (14 septembre 1857), ne pourrait à raison de son étendue être imprimé en entier dans le *Compte rendu*; nous nous bornerons en conséquence à reproduire le résumé que l'auteur lui-même en donne en terminant.

« 1. Le phénomène de perforation dans les paquets de cartouches en Crimée n'a pas été remarqué dans l'armée russe.

» 2. L'insecte qui a causé les perforations dans le plomb des cartouches françaises est la larve de l'*Urocerus juvencus*, Linné.

» 3. Cet insecte n'a pas encore été observé en Crimée par les entomologistes russes et paraît en général fort rare en Russie. Le seul endroit où on l'ait trouvé est, jusqu'à présent, la Bessarabie (1).

---

(1) Communication de M. le capitaine Radaschkowsky.

» **4**. Au contraire, l'*Urocerus juvencus* est fort commun en Allemagne, en Suède, en Angleterre, où il devient parfois nuisible aux forêts de sapins et de pins (1). En France il a été constaté dans le Jura (2).

» **5**. Les mœurs et les habitudes de cet insecte ont été observées par plusieurs entomologistes en Allemagne, en Angleterre et en Suède, et c'est surtout à M. Hartig qu'on doit une description très-exacte et très-détaillée dans son ouvrage sur les Tenthrédides de l'Allemagne, paru en 1837.

» **6**. L'*Urocerus juvencus*, qui a perforé les balles en plomb des cartouches de l'armée française en Crimée, a été importé de France dans le bois dont étaient construites les caisses qui contenaient ces cartouches.

» **7**. Les perforations dans le plomb ont été faites avec les mandibules de la larve de l'*Urocerus juvencus*, comme le font tous les insectes et simplement pour se pratiquer des galeries qui, d'après les mœurs de notre insecte, doivent lui servir à se procurer sa nourriture, à y terminer sa métamorphose et à sortir, la tarière n'ayant d'autre usage que d'introduire dans le bois les œufs de l'animal.

» **8**. Ces perforations n'ont pas été faites par un goût particulier de l'insecte pour le plomb, mais bien par nécessité, se trouvant sur la direction que l'insecte était forcé de prendre. Les galeries étaient primitivement toutes à coupe verticale ronde, et les balles qui en contiennent de semi-cylindriques ne sont que des segments dont l'autre moitié se trouvait dans le bois des parois ou bien dans d'autres balles qui les avaient avoisinés primitivement dans les caisses.

» **9**. Les restes de la larve, après la métamorphose, ont été entraînés par les particules de plomb vers le bas de la caisse, y ont été réduits en poussière et dispersés à travers les fentes hors de la caisse.

» **10**. Les galeries, constamment ouvertes aux deux extrémités, donnent une preuve de plus que l'insecte faisait dans le plomb la même chose qu'il fait dans le bois, suivant l'instinct qui lui est propre pour accomplir le cycle de son existence.

---

(1) Hartig, *Die Aderflüger Deutschlands*, I, page 375; Bechstein, *Vollständige Naturgeschichte der schädlichen Forstinsecten*, III, page 869, Remarque; Stettiner, *Ent. Zeitung*, 1856, page 110; Raddon, *Transactions of the Ent. Soc. of London*, I, 85, App.; Harris, *Treatise on some of the Insects of New England wich are injurious to vegetation*, 2e édition, 1852, page 427; Linné, *Fn. Succ.*, 954; Fabricius, *Syst. Ent.*, page 326; De Geer, *Ins.*, I, tab. 36; Panzer, *Insectenfauna Deutschlands*, LII, 17, ♀.

(2) Boitard, *Manuel d'Entomologie*, II, page 213.

» 11. La larve de l'*Urocerus juvencus* n'a pas mangé le plomb, elle l'a seulement raclé.

» 12. L'insecte parfait n'a pas attaqué le plomb, étant mort dans les galeries mêmes, aussitôt après s'être complétement métamorphosé, ce qui arrive très-souvent chez les insectes en général. »

ENTOMOLOGIE. — *Notice sur une matière pharmaceutique nommée le* Tréhala, *produite par un insecte de la famille des Charançons; par* M. GUIBOURT.

« Parmi les substances qui formaient la collection de matière médicale de M. Della Sudda, à l'Exposition universelle de 1855, l'une de celles qui ont le plus attiré mon attention, a été la matière nommée *tréhala* ou *trikala*, qui était supposée venir de Trikala, en Roumélie; mais, suivant M. Bourlier, pharmacien aide-major, qui a profité de son séjour à Constantinople pour se livrer à l'étude des productions naturelles de l'Orient, le *tréhala* (seul nom véritable) ne provient pas de la Roumélie, et serait originaire de Syrie. Il est aussi commun en Orient et d'un usage aussi répandu que le sont en France le salep et le tapioka. On s'étonne alors que cette substance alimentaire, remarquable à plus d'un titre, nous soit restée jusqu'ici complétement inconnue.

» Le tréhala est une coque creuse évidemment maçonnée par un insecte; il est de forme ronde ou ovale, du volume d'une grosse olive, plus ou moins, et présente, du côté interne, une couche de matière blanche, compacte, à surface intérieure unie, assez semblable pour l'aspect à l'endocarpe d'une pistache. Cette couche compacte est recouverte, du côté extérieur, de grains grossièrement agglomérés, qui lui donnent une surface tuberculeuse et la font ressembler à une *praline blanche*. Les plus petites coques, qui sont aussi les plus arrondies, paraissent presque entièrement fermées ou n'offrent qu'une fente longitudinale; mais les plus grosses sont largement ouvertes par un bout, et offrent alors quelque ressemblance avec la capsule tuberculeuse d'un gland. Ajoutons que ces capsules sont souvent fixées sur un rameau grêle d'une plante demi-ligneuse, ou sont entremêlées de débris d'une feuille très-cotonneuse appartenant à une Carduacée. Disons enfin que, bien que la plupart de ces coques soient privées de l'insecte qui les a construites ou habitées, un certain nombre le renferment encore. Cet insecte est un Coléoptère tétraméré voisin des Charançons, et appartient, comme eux, à la famille des Curculionides ou des Rhynchophores.

» Le tréhala n'a jamais paru en France avant l'Exposition de 1855; mais on le trouve décrit, sous le nom de *Schakar el ma-ascher,* dans la *Pharmacopée persane* de Frère Ange, de Toulouse (1). La description, quoique suivie de celle d'un arbre impossible, et dans laquelle plusieurs végétaux sont confondus, est assez exacte dans ce qui regarde le produit lui-même, pour qu'il ne reste pas de doute sur son identité avec le tréhala.

» La plante qui porte cette sorte de sucre, suivant la détermination que M. le professeur Decaisne a bien voulu en faire, appartient par ses feuilles, dont les débris se trouvent fixés aux coques, et par ses capitules, dont j'ai pu lui remettre un fragment, au genre *Echinops,* de la tribu des Cynarées. Cette plante ou une espèce très-voisine, encore inédite, se trouve dans l'herbier du Muséum d'histoire naturelle. Elle a été récoltée par Olivier, entre Ispahan et Téhéran. Cependant elle ne porte aucune marque de la présence du tréhala.

» Quant à l'insecte, c'est, ainsi que je l'ai dit, un Coléoptère de la famille des Rhynchophores, à laquelle appartient la Calandre; mais bien différent de celle-ci, qui, renfermée dans le grain de blé qu'elle dévore, n'en laisse à l'homme que le son, l'insecte du tréhala récolte des quantités considérables de matière amylacée, dont il construit sa demeure, et qu'il abandonne à l'homme après sa mort. Les entomologistes les plus habiles, à Paris MM. H. Lucas et Chevrolat, à Londres M. Saunders, comprennent cet insecte dans le genre *Larinus,* dont plusieurs espèces sont déjà connues pour vivre sur des plantes synanthérées, ce qui leur valu le nom de *Larinus cynaræ, onopordinis, cardopatii, scolymi*, etc.; mais aucune des larves de ces espèces ne manifeste l'instinct d'extraire l'amidon de la plante pour en construire sa demeure (2). Cette circonstance suffit pour établir que le *Larinus* du tréhala est une espèce nouvelle à laquelle on pourrait donner le nom de *Larinus nidificans.*

» Je reviens au tréhala. Quoique les Persans lui donnent le nom de *sucre des nids,* et qu'il renferme en effet un sucre cristallisable très-remar-

---

(1) *Pharmacopœa Persica.* Lutetiæ Parisiorum, 1681 (pages 361-363).

(2) J'ai longtemps hésité à croire qu'une aussi grande quantité d'amidon pût être tirée d'une plante à rameaux grêles et demi-ligneux; mais en examinant les fragments de rameaux qui accompagnent le tréhala, j'ai vu que presque tous sont rongés d'un côté jusqu'au centre, et qu'ils offrent à l'intérieur les restes d'une moelle blanche devenant d'un bleu noir par l'iode. La larve du *Larinus* entame donc les rameaux de l'*Echinops* pour se nourrir du sucre, de la gomme et de l'amidon qu'ils contiennent; mais la plus grande partie de celui-ci est dégorgée pour servir à la construction du nid.

quable par ses propriétés, néanmoins le tréhala est de nature principalement amylacée, ainsi que le montre un commencement d'analyse que j'en avais faite avant que M. Marcellin Berthelot se fût chargé de l'examen du sucre, dont personne mieux que lui ne pouvait établir les propriétés.

» Le tréhala, mis en contact avec l'eau, se ramollit, se gonfle et finit par se convertir en une bouillie épaisse et mucilagineuse. En ajoutant beaucoup d'eau, la liqueur surnageante est un peu colorée et faiblement sucrée. Le dépôt, au lieu d'être pulvérulent et mobile comme une fécule pure, a toujours l'apparence d'une bouillie mucilagineuse.

» En examinant au microscope un peu de cette bouillie délayée dans l'eau et additionnée d'iode, on y trouve les parties suivantes :

» 1°. Un nombre considérable de globules *très-petits*, sphériques, transparents, incolores, analogues à ceux qui constituent en partie les tubercules d'orchis ;

» 2°. Des amas de granules amylacés de moyenne grandeur, opaques, colorés en bleu noirâtre par l'iode, tenus réunis par un mucilage ;

» 3°. D'autres granules amylacés isolés, *toujours opaques* et comme composés eux-mêmes d'une matière grenue, inégalement colorée en bleu par l'iode. Ces granules ont un diamètre égal à celui des gros grains d'amidon de blé ; mais ils ont rarement un bord nettement circulaire. Le plus souvent le bord en est irrégulier, et d'autres fois encore les granules eux-mêmes sont déchirés par fragments toujours opaques et d'un bleu noirâtre.

» J'ai pris quelques granules d'amidon du tréhala et je les ai fait bouillir dans une grande quantité d'eau distillée pendant une demi-heure. Ils ont été peu altérés dans leur forme et se coloraient toujours en bleu noirâtre par l'iode. Après deux heures d'une nouvelle ébullition, presque tous les granules étaient divisés par fragments très-irréguliers, toujours denses et se colorant en bleu foncé par l'iode. L'amidon contenu dans la moelle de l'*Echinops* est en tous points semblable à celui du tréhala et se comporte de même quand on le fait bouillir dans l'eau.

» La fécule de pomme de terre, que l'on traite de la même manière, se dissout et disparaît complétement ; l'amidon de blé ne laisse qu'un flocon léger que l'iode colore faiblement en violet. L'amidon de l'*Echinops* ou du tréhala diffère donc beaucoup de la fécule de pomme de terre, et même de l'amidon de blé, qui sont formés de couches concentriques dont les intérieures sont facilement solubles dans l'eau bouillante, et dont les plus extérieures, quoique plus résistantes, finissent cependant par disparaître entièrement ou presque entièrement. Mais il est analogue aux amidons

d'orge, de sagou des Moluques et surtout de gomme adragante, qui, plus ou moins, sont formés d'une matière *très-dense,* qu'une longue ébullition dans l'eau ne peut pas complétement diviser et encore moins dissoudre.

» Je me hasarde à établir une certaine relation entre la nature de l'amidon de l'*Echinops* et la production du tréhala. Si cet amidon était facilement attaquable par l'eau, ou, ce qui en est une conséquence presque nécessaire, s'il était facile à digérer, il est probable que le tréhala n'existerait pas. Mais cet amidon n'étant pas digéré par la larve de l'insecte, celle-ci doit ou ne pas l'avaler ou le rejeter par une sorte de dégorgement; de là a pu naître l'industrie d'en fabriquer un nid.

» Je terminerai en faisant connaître approximativement les quantités d'amidon, de sucre et de gomme que contient le tréhala.

» 50 grammes de tréhala ont été traités à froid par la quantité nécessaire d'eau distillée. L'amidon, lavé autant que possible et séché, pesait 33gr,27. La liqueur filtrée a été réduite à un petit volume et étendue de deux fois autant d'alcool à 88 centièmes. La gomme, précipitée, lavée à l'alcool et séchée, pesait 2gr,33. La liqueur alcoolique a été évaporée en consistance de sirop épais; après plusieurs jours elle avait formé des cristaux durs et transparents d'un sucre que M. Berthelot a bien voulu se charger d'examiner. Le sirop surnageant possédait une amertume assez marquée. Evaporé jusqu'à former une masse solide, transparente et de couleur ambrée, il s'est transformé, en quelques jours, en une masse dure, presque opaque et cristalline, à la manière du sucre d'orge. Il est évident que cette masse est encore formée, en grande partie, de sucre cristallisé. Le tout réuni pesait 14gr,40.

» Le tréhala est donc composé approximativement de

Amidon...............	66,54
Gomme peu soluble......	4,66
Sucre et principe amer...	28,80
	100,00

» Il faut déduire des nombres précédents une quantité assez considérable de composés inorganiques représentés par une cendre pesant 4gr,60 et composée de

Sels solubles............	3,0
Sels insolubles...........	1,4
Sable siliceux............	0,2
	4,6

» Les sels solubles sont composés de carbonate, chlorure et sulfate alcalins, en quantités approximativement égales, et d'une moindre quantité de phosphate.

» La cendre, insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'acide chlorhydrique, était formée presque entièrement de carbonate de chaux et d'une petite quantité de fer probablement phosphaté. »

HELMINTHOLOGIE. — *Recherches sur le développement et la propagation du trichocéphale de l'homme et de l'ascaride lombricoïde; par* **M. C. Davaine** (1).

« 1°. Le trichocéphale *dispar* se rencontre très-communément dans le cœcum chez l'homme. D'après mes recherches j'estime qu'à Paris un individu sur deux en est atteint. Le développement de cet entozoaire n'a pas été observé, et son mode de transmission est tout à fait inconnu. Dès 1853, j'ai vu que des œufs du trichocéphale étaient fréquemment évacués avec les garde-robes. L'examen souvent réitéré d'ovules pris dans les matières intestinales des cadavres ou dans celles qui étaient évacuées par ces malades me permit de conclure *que ces ovules n'acquièrent aucun développement dans l'intestin de l'homme et qu'ils sont toujours expulsés dans l'état où ils se trouvent au moment de la ponte*. La connaissance de ce fait m'a conduit à essayer d'obtenir le développement des ovules placés dans de l'eau, mais plusieurs fois mes tentatives restèrent sans succès. A la fin du mois de septembre dernier, ayant recueilli des matières intestinales qui renfermaient un grand nombre d'œufs de trichocéphale, je soumis ces matières à des lavages réitérés pendant plusieurs jours de suite et jusqu'à ce que l'eau dont le dépôt contenait les ovules fût limpide et dépourvue de toute odeur. Le liquide fut renouvelé de temps en temps et les ovules furent examinés au microscope tous les huit jours. Un certain nombre s'altérèrent, d'autres se conservèrent intacts, mais sans offrir aucun indice de développement. Au commencement du mois d'avril dernier, c'est-à-dire après six mois d'attente, le vitellus, chez quelques-uns de ces ovules, se rassembla en une masse arrondie et acquit de la consistance, ce qui fut constaté par l'écrasement. Quelques jours après, chez plusieurs ovules le vitellus se segmenta en deux, puis en quatre parties. La segmentation suivit la marche ordinaire, et au commencement de mai, chez un bon nombre, le vitellus avait pris un aspect muriforme. A partir

(1) Cette Note est accompagnée de figures représentant les ovules de ces deux espèces d'entozoaires à divers degrés de développement du vitellus.

de cette époque, aucun changement ne se fit plus remarquer jusqu'au 12 juin, jour où j'observai dans quelques ovules un embryon bien formé et reconnaissable à ses mouvements. Cet embryon, qui possède jusqu'à un certain point la forme de l'adulte, est légèrement aminci d'arrière en avant; sa longueur est d'environ $\frac{10}{100}$ de millimètre. Ainsi, l'apparition de l'embryon du trichocéphale n'a eu lieu qu'après huit mois et demi de séjour des œufs dans l'eau.

» 2°. Le 8 octobre, je recueillis des œufs d'ascarides lombricoïdes par le lavage des matières intestinales d'un enfant qui avait rendu plusieurs de ces entozoaires. Ces œufs furent conservés dans de l'eau pure et examinés de temps en temps, comme les précédents. Pendant six mois ils n'offrirent aucun changement. Le 14 avril dernier, je trouvai plusieurs de ces œufs fractionnés en deux, quelques-uns en quatre; le plus grand nombre n'offrait aucun changement. Le 30 avril, ils étaient tous fractionnés, mais à des degrés plus ou moins avancés; chez quelques-uns, le vitellus représentait une petite sphère mamelonnée; le 5 mai, il était revenu réniforme, enfin le 7, l'embryon était apparent. L'embryon est cylindrique, il a l'extrémité caudale brusquement terminée en pointe; sa longueur est de $\frac{25}{100}$ de millimètre; on ne voit point à la bouche les trois tubercules qui caractérisent les ascarides. Depuis le 7 mai jusqu'aujourd'hui, c'est-à-dire depuis six semaines, les embryons ont continué de vivre renfermés dans la coque de l'œuf; aucun n'en est sorti spontanément.

» J'ai placé des ovules dans du suc gastrique de lapin et de chien, mais, malgré un séjour de trois et quatre jours dans ce liquide, la coque est restée parfaitement intacte.

» Personne, à ma connaissance, n'a suivi le développement de l'œuf de l'ascaride lombricoïde. M. Richter, au rapport de M. Küchenmeister, ayant placé dans de l'eau des ovules de cet entozoaire et les ayant examinés onze mois après, trouva qu'ils contenaient chacun un embryon vivant, mais il ne put les voir éclore.

» Les ovules de l'ascaride lombricoïde, comme ceux du trichocéphale, sont évacués avec les fèces, et jamais ils n'offrent, avant d'être évacués, la moindre trace de développement. Au mois d'octobre dernier, des ovules conservés pendant quinze jours à une température presque constante de 30 degrés centigrades n'acquirent aucun développement. Ces mêmes ovules, abandonnés dans un appartement à une température qui ne dépassa jamais 16 degrés, se fractionnèrent au mois d'avril suivant. Des ovules recueillis au mois de janvier sont fractionnés aujourd'hui et n'offrent point encore d'embryon;

enfin, d'autres ovules recueillis le 1er avril ne présentent encore aujourd'hui, malgré les grandes chaleurs de ces derniers jours, aucun indice de développement. La température n'a donc pas d'action très-notable sur le développement de l'œuf de l'ascaride lombricoïde qui doit nécessairement rester un long espace de temps en état de vie latente.

» De ces faits je crois pouvoir conclure : 1°. Que l'œuf du trichocéphale et l'œuf de l'ascaride lombricoïde se développent hors du corps de l'homme;

2°. Que l'apparition de l'embryon n'a lieu qu'après huit mois au moins pour l'un, et six mois pour l'autre.

» Dans ce long intervalle de temps, les œufs du trichocéphale et de l'ascaride lombricoïde peuvent, sans nul doute, être transportés par les pluies dans les ruisseaux, les rivières et les puits dont l'eau sert comme boisson ou est employée dans la préparation des aliments. Ces œufs complétement développés, ou l'embryon, peuvent arriver par cette voie dans l'intestin de l'homme et y acquérir un développement ultérieur et complet. »

M. Élie de Beaumont communique de la part de *M. Ch. Sainte-Claire Deville*, absent en ce moment, la Lettre suivante, écrite par *M. Palmieri*, directeur de l'observatoire du Vésuve :

« Naples, 12 juin 1858.

» Depuis le 19 décembre 1855, le Vésuve était resté en éruption continuelle, et vous aviez bien dit qu'il semblait entré dans une *période strombolienne :* mais, le 27 mai dernier, vers le point du jour, les phénomènes se sont manifestés avec une grande violence; car, dans l'espace de deux jours, cinq fissures se sont ouvertes sur les flancs ou vers la base du cône, et toutes ont vomi ou vomissent encore de grandes quantités de lave.

» Deux de ces fissures sont situées sur la pente du cône, l'une vers l'est, l'autre vers l'ouest : deux autres vers le pied de la montagne, un peu au-dessus de l'*Atrio del Cavallo*, l'une de ces dernières presque exactement sur a ligne des bouches de 1855, et l'autre un peu plus vers l'occident, par conséquent au nord-nord-ouest. Enfin, la dernière s'est établie aussi vers la base du cône, au-dessus du *Piano delle Ginestre*, c'est-à-dire au sud-ouest.

» Les laves qui descendent de l'*Atrio del Cavallo* se partagent, à *la Crocella*, en deux branches, dont l'une se déverse dans le *Fosso della Vetrana* en suivant le cours de la lave de 1855, et dont l'autre passe aux *Canteroni*, au pied de l'observatoire. Les laves qui viennent de la fente sud-ouest, et sur

lesquelles j'ai vu, en moins de vingt minutes, se former et disparaître trois cônes éphémères, se rendent directement dans le *Fosso grande* dont elles ont comblé la partie inférieure, au point de déborder sur la route qui conduit à l'observatoire royal. Enfin, celles qui, pendant deux jours, sont sorties sur le flanc oriental se sont dirigées vers le *Mauro*. Les laves qui ont coulé le plus longtemps et avec la plus grande abondance sont celles qui sont venues de l'*Atrio del Cavallo* et du pied sud-ouest du cône. J'ai eu la bonne fortune d'assister à la formation de la fissure, à la première sortie de la lave, et à l'établissement des cônes parasites.

» J'ai imaginé et fait exécuter, dans la tour de l'observatoire, un seismographe électro-magétique, que M. de la Rive a décrit dans le troisième volume de son excellent Traité de l'Électricité. Cet instrument signale à l'observatoire les plus faibles secousses de tremblements de terre, en indiquant l'heure précise, la nature de la secousse, etc. Au moyen de cet appareil, j'ai pu savoir que, depuis deux à trois mois, les secousses locales étaient fréquentes, et, bien que l'éruption ait commencé avec une merveilleuse tranquillité, une secousse locale a eu lieu au même moment que l'apparition de la première fissure. Pendant l'éruption, la terre tremblait de temps à autre; et quand, vers le huitième jour, elle parut avoir cessé, les secousses continuaient encore : aussi l'incendie s'est-il ranimé et il dure encore.

» Sur la lave en mouvement et dans les fumerolles colorées on n'observe absolument aucune odeur d'acide chlorhydrique. Ayant fait passer la vapeur dans l'eau distillée, et condensé la vapeur elle-même, je n'ai trouvé dans le liquide que des chlorures alcalins, tandis que les fumerolles les plus voisines des bouches et placées sur la lave déjà solidifiée donnent l'odeur d'acide sulfureux.

» J'ai recueilli déjà un grand nombre de faits que je vous ferai connaître prochainement. Je poursuis avec persévérance mes études sur les fumerolles de la lave de 1855, qui, avant le 24 mai dernier, avant d'être recouverte par la nouvelle lave, avaient encore en quelques points une température de 300 degrés. C'est là que j'ai découvert la *Cotunnite* dont M. Scacchi vous a entretenu dernièrement et vous a envoyé des échantillons.

» Je continue aussi mes observations sur l'électricité atmosphérique commencées en 1855, au moyen de mon appareil à conducteur mobile, que vous connaissez, et qui vient d'être couronné par l'Académie des Sciences de Lisbonne. »

M. **Élie de Beaumont** communique également de la part de *M. Ch. Sainte-Claire Deville,* l'extrait suivant d'une Lettre adressée, le 15 juin, à M. Ch. Laurent, par *M. Mauget,* directeur des sondages artésiens de Naples:

« Le Vésuve parcourt sa dernière période éruptive, et il est aujourd'hui presque éteint. Faites savoir à M. Deville que la Punta del Palo s'est affaissée d'une manière sensible; certains journaux ont dit de 200 palmes, mais ils ont considérablement exagéré. Ce que j'ai trouvé de particulier à cette éruption, c'est que la masse lavique vomie a été énorme, et que, comparativement, le dégagement de gaz a été presque nul. Avant hier encore la lave coulait à flots, et l'on apercevait à peine quelques filets blanchâtres de fumée, de place en place, sur différents points de la coulée. Nous avons eu aussi beaucoup d'intermittences, qui ont forcé les nouvelles coulées à se mouler sur les premières; ce qui explique la grande hauteur atteinte par la lave en certains points. C'est aussi là le motif qui a empêché la lave liquide d'arriver jusqu'à la mer et de dévaster Portici et Resina. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur le développement des fonctions en séries ordonnées suivant les dénominateurs des réduites d'une fraction continue; par* **M. E. Rouché.** (Extrait par l'auteur.)

« **1.** Soit la fraction rationnelle

$$\frac{f(x)}{F(x)}, \tag{1}$$

où $f(x)$ et $F(x)$ sont deux polynômes de degrés n et $m+1$. Supposons m supérieur ou au moins égal à n, et désignons par $x_0, x_1, x_2, \ldots, x_i, \ldots, x_n$, les $m+1$ racines (supposées inégales) de l'équation $F(x) = 0$. Posons d'ailleurs

$$\frac{f(x_i)}{F'(x_i)} = P_i,$$

de telle sorte que l'on ait, par la formule connue de la décomposition d'une fraction rationnelle en fractions simples,

$$\frac{f(x)}{F(x)} = \sum_i \frac{P_i}{x - x_i}.$$

» La recherche du plus grand commun diviseur de $f(x)$ et $F(x)$, effectuée en changeant le signe du reste dans chaque opération partielle

comme cela se pratique dans le théorème de Sturm), conduit aux relations

$$(2)\qquad \begin{cases} F = f_1 Q_1 - R_1, \\ f = R_1 Q_2 - R_2, \\ R_1 = R_2 Q_3 - R_3, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ R_{k-2} = R_{k-1} Q_k - R_k, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ R_{n-1} = R_n Q_{n+1}. \end{cases}$$

$$(3)\qquad \frac{f(x)}{F(x)} = \cfrac{1}{Q_1 - \cfrac{1}{Q_2 - \cfrac{1}{Q_3 - \cdots - \cfrac{1}{Q_{n+1}}}}}.$$

F étant du degré $m+1$, et f du degré n, les restes $R_1, R_2, \ldots, R_k, \ldots, R_{n-1}, R_n$, sont respectivement des degrés $n-1, n-2, \ldots, n-k, \ldots, 1, 0$; le quotient Q_1 est du degré $m-n+1$; les autres quotients $Q_2, \ldots Q_{n+1}$, sont linéaires: nous désignerons en général par q_k le coefficient du premier terme de Q_k. Enfin si l'on représente par

$$\frac{N_k(x)}{D_k(x)}$$

la réduite de rang k dans la fraction continue (3), D_k sera un polynôme du degré $m-n+k$.

» 2. Ces préliminaires établis, voici la question que je me propose de traiter :

» *Connaissant les $m+1$ valeurs $\varphi(x_0)$, $\varphi(x_1), \ldots \varphi(x_m)$, d'une fonction entière et du degré m, $\varphi(x)$, développer cette fonction en une suite ordonnée suivant les dénominateurs $D_k(x)$ des réduites de la fraction continue (3), et étudier les propriétés de ce développement.*

» Lorsque l'on cherche à résoudre ce problème, on est conduit à distinguer deux cas, suivant que dans la fraction rationnelle (1) le degré du numérateur est inférieur d'*une* ou *plusieurs* unités au degré du dénominateur.

» Dans le premier cas, le problème est possible et déterminé ; il est résolu par la formule

$$(A)\qquad \varphi(x) = \sum_{k=0}^{k=m} \left[q_{k+1} D_k(x) \sum_{i=0}^{i=m} P_i D_k(x_i) \varphi(x_i) \right],$$

où l'on suppose $D_0(x) = 1$.

» Dans le second, les coefficients inconnus de $D_0(x)$, $D_1(x)$,..., $D_n(x)$, dépendent d'un système linéaire surabondant, et le problème proposé est impossible. Le meilleur parti à prendre consiste à traiter ce système par la *méthode des moindres carrés* en supposant le même *poids* aux valeurs données de $\varphi(x_0)$, $\varphi(x_1)$,..., $\varphi(x_m)$. On obtient de cette manière une valeur approchée de $\varphi(x)$, sous la forme d'un polynôme ordonné suivant les dénominateurs $D_0(x)$, $D_1(x)$,..., $D_n(x)$. En examinant alors de près la composition des coefficients, et revenant au premier cas, on voit que *parmi toutes les fractions rationnelles susceptibles de conduire à une représentation exacte de $\varphi(x)$, c'est-à-dire parmi toutes les fractions rationnelles dont le numérateur est d'un degré inférieur d'une unité au degré du dénominateur, la fraction*

$$\frac{\lambda F'(x)}{F(x)},$$

où λ est un facteur constant, jouit de cette propriété remarquable: si dans le développement correspondant

$$\text{(B)} \qquad \varphi(x) = \sum_{k=0}^{k=m} \left[\lambda q_{k+1} D_k(x) \sum_{i=0}^{i=m} D_k(x_i)\varphi(x_i) \right],$$

on ne prend que les premiers termes, en nombre quelconque $p+1$, on obtient une valeur approchée de $\varphi(x)$ qui est de tous les polynômes z entiers et rationnels du même degré p, celui qui rend minimum la somme des carrés des erreurs

$$\sum_i \left[\varphi(x_i) - z_i\right]^2.$$

» **3.** Pour $\lambda = 1$, c'est-à-dire dans le cas de la fraction

$$\frac{F'(x)}{F(x)} = \sum_i \frac{1}{x - x_i},$$

on a la formule

$$\text{(C)} \qquad \varphi(x) = \sum_{k=0}^{k=m} \left[q_{k+1} D_k(x) \sum_i D_k(x_i)\varphi(x_i) \right],$$

qui avait été indiquée à priori et sans démonstration par M. Tchebichef, dans une Note lue à l'Académie de Saint-Pétersbourg, et insérée dans le tome LIII du *Journal de Crelle*.

» **4.** Enfin en adoptant pour x_0, x_1, . . ., x_m des nombres croissant par

degrés égaux et insensibles de -1 à $+1$, on trouve, comme cas particulier de la formule (B), le développement connu

$$\text{(D)} \qquad \varphi(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{1}{2} n(n+1) X_n \int_{-1}^{+1} X'_n \varphi(x')\, dx',$$

suivant les fonctions X_n de Legendre.

» Ces fonctions sont ici fournies par le développement en fraction continue de l'expression

$$\lim \sum_i \frac{1}{m} \frac{1}{x - x_i} = \log \frac{x+1}{x-1},$$

que l'on peut mettre sous la forme remarquable

$$\log \frac{x+1}{x-1} = \frac{1}{X_0 X_1} + \frac{1}{2 X_1 X_2} + \frac{1}{3 X_2 X_3} + \ldots + \frac{1}{n X_{n-1} X_n} + \ldots.$$

» Il résulte d'ailleurs de la propriété énoncée au n° **2** que *la somme des* $p+1$ *termes du développement* (D) *est parmi toutes les fonctions z rationnelles et entières du même degré p celle qui rend minimum la valeur moyenne*

$$\int_{-1}^{+1} [\varphi(x) - z]^2\, dx,$$

de l'erreur $\varphi(x) - z$ *prise depuis* $x = -1$ *jusqu'à* $x = +1$; proposition qu'on peut démontrer d'ailleurs directement comme la fait M. Plarr dans une Note présentée à l'Académie des Sciences, le 11 mai 1857.

» **5.** Tels sont les principaux résultats démontrés dans ce Mémoire, où l'on trouvera en outre une étude détaillée de la fraction continue (3), les propriétés les plus importantes de la série de quatre éléments considérée par Gauss dans le second volume des *Mémoires de Göttingue*, et enfin un procédé nouveau et général de recherche des propriétés des fonctions X_n.

» *Note.* — M. J. Bertrand vient de me communiquer le cahier des *Annales de Tortolini* qui a paru ces jours derniers, et où M. Brioschi démontre la formule (A). Mon Mémoire était entièrement rédigé et avait été lu par MM. J. Bertrand et O. Bonnet, mes anciens maîtres, il y a plus d'un mois, c'est-à-dire avant la publication du Journal cité. D'ailleurs, dans sa Note rapide, M. Brioschi ne parle que de la formule (A), et ne dit rien du cas où *m* est plus grand que *n*, ni des propriétés, si importantes, relatives aux moindres carrés, aux fonctions X_n, etc. »

PHYSIQUE. — *Influence du magnétisme sur les décharges électriques et mouvement rotatoire de l'arc lumineux.* (Extrait d'une Lettre adressée à *M. Regnault* par **M. Zantedeschi.**)

« Dans la séance du 17 mai 1858 vous présentiez à l'Académie des Sciences l'extrait d'une Lettre de M. de la Rive, « Sur l'influence du magnétisme sur les décharges électriques et sur les phénomènes qui en résultent ». Cet extrait rappelle à la fois les travaux précédents de cet illustre physicien, lesquels remontent à 1849, et ont été insérés dans le tome XXIX, page 412, des *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences de Paris, et ceux du physicien de Bonn, M. Plücker, qui ont été publiés dans le n° 1 des *Annalen der Physik*, 1858, et *Archives des Sciences physiques,* avril 1858, page 367.

» Permettez-moi, Monsieur, d'ajouter que je me suis occupé de ce sujet même avant 1847.

» En portant une attention particulière sur le caractère pulsatoire ou au moins discontinu du courant voltaïque qui parcourait les spirales de Watkins (*Recueil italien de Physique et de Chimie,* tome II, page 482, année 1847), j'ai constamment observé qu'au pôle sud de l'aimant le scintillement paraissait plus fort lorsque le courant était dirigé de la spirale au petit vase de mercure, et que, *vice versâ*, au pôle nord de l'aimant c'était le contraire qui arrivait. Craignant que cela pût tenir à quelque particularité des deux spirales, je les changeai de pôles, mettant celle qui était au pôle sud de l'aimant au pôle nord, et celle du pôle nord au pôle sud, et j'ai observé toutefois la constance des effets indiqués, d'où je conclus à une relation électro-magnétique; relation sur laquelle je ne crois pas maintenant devoir me déclarer, écrivais-je, parce qu'elle se lie à l'état moléculaire, à propos duquel je ne pourrais tout au plus ajouter qu'une hypothèse à celles qui ont été annoncées par les physiciens au sujet du magnétisme et de l'électromagnétisme.

» Je ne doute pas, Monsieur, que vous qui avez présenté à l'Académie des Sciences la Lettre sur les travaux de M. de la Rive, ne veuillez avoir assez d'obligeance et de justice pour moi pour présenter aussi à l'Académie mon *Expérimentation originale* publiée dès l'année 1847, c'est-à-dire deux ans avant la publication de celle de M. de la Rive. On parle aussi dans ces mêmes expériences de M. de la Rive, « d'une nappe cylindrique lumineuse » presque continue qui tourne avec une grande rapidité, mais dont le mouve» ment est plus difficile à saisir à cause de sa continuité. » Je me suis occupé, dès

1844, du mouvement rotatoire de l'arc lumineux sans intervention de magnétisme, et le célèbre Berzelius, de Stockholm, m'écrivait en date du 22 novembre 1844 : « Votre expérience sur le mouvement rotatoire de l'arc lumineux » produit par la décharge hydro-électrique entre deux pointes de charbon » m'a vivement intéressé. » Et les années suivantes : 1846, 47, 48, 49, 53, 54, 55 et 56, j'ai poursuivi avec la plus vive insistance mes recherches sur le mouvement rotatoire de l'axe lumineux. J'en ai décrit toutes les particularités dans mon dernier Mémoire : *Du mouvement rotatoire de l'arc lumineux de l'électromoteur voltaïque,* lu à l'Académie impériale des Sciences de Vienne, à la séance du 19 juin 1856.

» Toutes ces recherches ont produit pour moi les plus douces consolations de l'esprit, mais par l'influence de trop d'activité visuelle, elles m'ont apporté les plus amères conséquences de mon enseignement. Vous voudrez bien, Monsieur, je l'espère, me donner la consolation de présenter aussi mes recherches à l'Académie des Sciences qui daignera accueillir favorablement les efforts et les études d'un malheureux professeur qui s'est sacrifié à la science en devenant le martyr de cette lumière qu'il n'a pas inutilement examinée pendant tant d'années. »

M. **Élie de Beaumont** présente, au nom de M. le professeur Zantedeschi, deux nouveaux Mémoires sur l'acoustique (*voir* au *Bulletin bibliographique*) et lit les passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Je me suis préparé à ces études à la fin de 1852, époque à laquelle je visitai Paris pour la première fois. C'est alors que je pris une connaissance exacte des travaux que la science doit aux grands physiciens qui ont honoré et honorent la France. J'ai fait construire les meilleurs appareils sur le modèle de ceux que possèdent le Collége de France, le Musée des Arts et Métiers et d'autres établissements scientifiques. Les conférences que j'ai eues avec les plus éminents acousticiens de la France et de l'Allemagne pendant les années 1853, 1854 et 1855 m'aplanirent singulièrement la voie. Revenu dans mon pays, aux modèles des écoles j'en ajoutai d'autres de mon invention propre. Vous voyez par là que ces recherches ne sont pas improvisées, mais sont plutôt le fruit de longues méditations, de mes voyages et de mes dispendieuses expériences.

» Voici les conclusions importantes auxquelles je suis arrivé dans le Mémoire VII :

» 1°. La longueur et la vitesse de la colonne d'air vibrant dans les tuyaux

ne sont pas égales à celles qui ont été déterminées par les physiciens dans un espace indéfini.

» 2°. Le nombre des vibrations n'est pas toujours en raison inverse de la longueur du tuyau, mais seulement quand on opère avec des troncatures ou des diaphragmes.

» 3°. L'influence de la variation du côté de la section qui représente la profondeur est moindre que l'influence du côté qui représente la longueur du tuyau.

» 4°. Les variations du côté qui représente la largeur du tuyau n'ont pas d'influence sur le son quand elles correspondent à des variations égales dans la largeur de la bouche; il n'en est plus de même quand les variations de l'une ne sont pas égales aux variations de l'autre.

» 5°. La direction du courant d'air sur la lèvre supérieure de la bouche concourt à donner au ton son degré d'élévation.

» 6°. La position de la bouche par rapport à l'axe du tuyau n'est pas indifférente pour la production du son et sa tonalité, et qu'il y a une position déterminée par la pratique qui concourt à donner le son le plus net et le plus précis.

» 7°. L'influence de l'ouverture de la bouche est plus grande que celle que l'on admet communément dans les Traités de Physique. J'ai pu faire monter le son de 32 pieds jusqu'au delà de $\frac{1}{4}$ de pied en gardant les mêmes dimensions du tuyau et en variant seulement l'impulsion de l'air.

» Dans le Mémoire VIII, j'ai fait voir que :

» 1°. Avec la note fondamentale on a une seule onde vibratoire égale à la longueur entière du tuyau;

» 2°. Avec l'octave aiguë on a deux ondes vibratoires contiguës au milieu du tuyau;

» 3°. Avec la douzième note on a trois ondes vibratoires de même longueur;

» 4°. Avec la quinzième, on a quatre ondes vibratoires égales;

» 5°. L'inaltérabilité du ton dans les tuyaux à trous et troncatures correspond à peu près à la position des plans nodaux indiqués par du sable dans mes expériences sur les tuyaux et les membranes, mais non à la position des ventres;

» 6°. Il existe un mouvement progressif ondulatoire dont l'intensité décroît de plus en plus à mesure qu'on s'éloigne de la bouche : ce fait explique pourquoi la discordance qu'on découvre entre la théorie et les résultats obtenus avec des tuyaux et des membranes et ceux qu'on obtient avec des

trous et des troncatures est assez considérable aux environs de la bouche, moindre ou presque nulle à l'extrémité opposée; l'opinion des praticiens sur la facilité de détonner avec les trous rapprochés de l'embouchure plutôt qu'avec ceux qui en sont éloignés a sa raison dans le fait que je viens d'indiquer;

» 7°. Le mouvement progressif constaté par la déflexion d'une flamme placée en dehors ou en dedans du tuyau est mixte, c'est-à-dire en partie direct et en partie réfléchi, comme le prouvent la direction du courant d'air oblique sur l'axe du tuyau et la nécessité d'avoir une paroi opposée à à la bouche. »

Ces deux nouveaux Mémoires sont renvoyés, comme l'avaient été les précédents, à M. Cagniard de Latour avec invitation d'en faire l'objet d'un Rapport verbal.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'acide lactique; par* **M. Ad. Wurtz.**

« La constitution et le vrai équivalent de l'acide lactique sont encore l'objet de quelques doutes. A l'exemple de Gerhardt, la plupart des chimistes ont adopté pour cet acide la formule

$$C^{12} H^{12} O^{12}$$

et l'envisagent comme bibasique. Cependant le fait de sa formation aux dépens des éléments de l'alanine $C^6 H^7 Az O^4$ semble indiquer qu'il ne renferme que 6 équivalents de carbone. M. Strecker, à qui l'on doit cette curieuse observation, a exprimé l'opinion que l'acide lactique qui existe dans le liquide musculaire renferme $C^6 H^6 O^6$, tandis que celui qu'on obtient dans la fermentation lactique possède un équivalent représenté par la formule

$$C^{12} H^{12} O^{12}.$$

C'est ce dernier acide qui a fait le sujet de mes recherches. Je vais essayer de montrer qu'il ne renferme que 6 équivalents de carbone, que sa constitution est représentée par la formule

$$\left.\begin{matrix} C^6 H^4 O^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^4,$$

qu'il est bibasique et qu'en définitive c'est un des acides les plus simples de la chimie organique. Voici les faits sur lesquels j'appuie mon opinion.

» J'ai établi, il y a quelque temps, que l'acide lactique est un des produits de l'oxydation lente du propylglycol $C^6 H^8 O^4$ sous l'influence du noir

de platine. Ayant répété cette expérience, j'ai pu préparer plusieurs grammes de lactate de zinc. Les cristaux que j'ai obtenus étaient efflorescents et ont perdu à l'air 17,1 pour 100 d'eau. Le sel effleuri a perdu à 100 degrés 18,7 pour 100 d'eau = 3 équivalents d'eau. Un autre échantillon ne s'est pas effleuri, n'a rien perdu à l'air et a laissé dégager à 100 degrés 18,1 pour 100 d'eau de cristallisation. Une partie de ce sel a exigé pour se dissoudre 52 parties d'eau à 4 degrés. L'alcool bouillant en a dissous une petite quantité; par le refroidissement une portion du sel s'est déposée en flocons. Le sel sec a donné à l'analyse les résultats suivants :

» $0^{gr},408$ de sel sec ont donné 0,438 d'acide carbonique et 0,153 d'eau.

	Expérience.	Théorie. $C^6H^5ZnO^6$
Carbone	29,4	29,6
Hydrogène	4,1	4,1

On voit par cette nouvelle analyse que ce sel est du lactate de zinc. Par ses caractères, il se rapproche plutôt du lactate de zinc ordinaire $C^6H^5ZnO^6, 3HO$ que de celui qu'on peut préparer avec l'acide extrait du liquide musculaire. Cependant il m'est impossible pour le moment de trancher cette question, n'ayant pas pu me procurer jusqu'ici des quantités un peu notables du sel en question. L'opération qui le fournit et dont j'indiquerai les détails dans mon Mémoire sur les glycols est en effet très-délicate : il arrive souvent que l'oxydation du propylglycol par le noir de platine marche trop loin et qu'on obtienne, à la place de l'acide lactique, de l'acide glycolique ou même de l'acide carbonique. Quoi qu'il en soit, le fait lui-même de la formation lactique dans la réaction dont il s'agit peut être considéré comme établi.

» Ce mode de formation est très-simple et tout à fait comparable à celui de l'acide acétique, par l'oxydation de l'alcool :

$$\underbrace{C^4H^6O^2}_{\text{Alcool.}} + O^4 = \underbrace{C^4H^4O^4}_{\text{Acide acétique.}} + 2HO$$

$$\underbrace{C^6H^8O^4}_{\text{Propylglycol.}} + O^4 = \underbrace{C^6H^6O^6}_{\text{Acide lactique.}} + 2HO$$

» Lorsque l'alcool se transforme en acide acétique, nous admettons que l'oxygène se porte sur le radical éthyle C^4H^5, qui se modifie par substitution pour se transformer en acétyle $C^4H^3O^2$. Il est permis de penser que les choses se passent de la même manière dans l'oxydation du propylglycol

$\left.\begin{matrix}C^6H^6\\H^2\end{matrix}\right\}O^4$. Le radical diatomique C^6H^6, en se modifiant par substitution, devient du lactyle $C^6H^4O^2$. Il en résulte que la constitution de l'acide lactique serait exprimée par la formule

$$\left.\begin{matrix}C^6H^4O^2\\H^2\end{matrix}\right\}O^4.$$

J'adopte cette formule, et je vais prouver qu'elle est justifiée par les transformations que l'on peut faire subir à l'acide lactique.

» Lorsqu'on distille du lactate de chaux bien sec avec deux fois son poids de perchlorure de phosphore, il passe un liquide incolore, mélange de chloroxyde et de chlorure de lactyle $C^6H^4O^2, Cl^2$. Il est difficile d'obtenir ce chlorure à l'état de pureté; car il se décompose en partie par la distillation. Cependant les analyses suivantes ne laissent aucun doute sur son existence et sur sa composition :

	Expériences.			Théorie.
	I.	II.	III	
Carbone..........	27,6	27,5	29,3	28,3
Hydrogène........	3,3	3,1	3,3	3,1
Chlore...........	»	»	50,4	55,9

» Le chlorure de lactyle est un liquide incolore au moment de sa préparation, mais qui noircit bientôt lorsqu'on le conserve, en dégageant de l'acide chlorhydrique (1). Son point d'ébullition est situé au-dessus de celui du chloroxyde. Au contact de l'eau, il se décompose en formant de l'acide chlorhydrique et en régénérant de l'acide lactique. J'ai préparé une quantité notable de lactate de chaux ainsi régénéré.

» Le chlorure de lactyle réagit d'une manière très-énergique sur l'alcool absolu. Il se forme de l'acide chlorhydrique, de l'éther chlorhydrique et un éther chlorolactique dont on trouvera l'analyse plus loin. L'eau le précipite du liquide alcoolique au sein duquel il s'est formé. Il est facile d'en préparer de grandes quantités en traitant par l'alcool le mélange de chlorure de lactyle et de chloroxyde de phosphore obtenu par l'action du perchlorure sur le lactate de chaux. L'eau, ajoutée au liquide alcoolique, dissout l'éther phosphorique formé et précipite l'éther chlorolactique.

» Ce dernier composé est un liquide doué d'une odeur aromatique très-agréable. Sa densité à zéro est de 1,097. Il distille sans altération vers 150 de-

(1) L'analyse n° III se rapporte à un liquide qui se trouvait dans ces conditions.

grés. Il renferme

	Expériences. I	II		Théorie.
Carbone.....	43,8	44,0	C^{10}.....	44,2
Hydrogène...	6,7	6,6	H^{9}.....	6,6
Chlore.......	»	25,6	Cl......	26,0
Oxygène.....	»	»	O^{4}......	23,2

» Ces nombres s'accordent avec la formule

$$C^{10}H^{9}ClO^{4},$$

qui a été confirmée par la densité de vapeur du composé. L'expérience a donné pour cette densité le nombre 4,9. La densité théorique correspondant à la formule précédente pour une condensation en 4 volumes est de 4,7.

» L'éther chlorolactique prend naissance en vertu de la réaction suivante :

$$\underbrace{C^{6}H^{4}O^{2}Cl^{2}}_{\text{Chlorure de lactyle.}} + 2\,C^{4}H^{6}O^{2} = \underbrace{C^{4}H^{5}Cl}_{\text{Ether chlorhydrique.}} + H^{2}O^{2} + \underbrace{\left.\begin{matrix}C^{6}H^{4}O^{2}\\C^{4}H^{5}\\Cl\end{matrix}\right\}O^{2}}_{\text{Ether chlorolactique.}}.$$

» L'acide correspondant à cet éther serait l'acide chlorolactique, combinaison d'acide lactique et d'acide chlorhydrique,

$$\left.\begin{matrix}C^{6}H^{4}O^{2}\\H^{2}\end{matrix}\right\}O^{4} + HCl = \left.\begin{matrix}C^{6}H^{4}O^{2}\\H\\Cl\end{matrix}\right\}O^{2} + H^{2}O^{2}.$$

» Dans cet acide, comme dans son éther, le chlore est substitué au groupe HO^{2}.

» Quoi qu'il en soit, la densité de vapeur de l'éther chlorolactique prouve que l'acide qu'il renferme, et qui dérive du chlorure de lactyle, ne contient comme celui-ci que 6 équivalents de carbone. Le mode de formation de ce chlorure, sa constitution, et l'action qu'il exerce sur l'eau jettent, selon moi, une vive lumière sur la constitution de l'acide lactique lui-même. Cet acide est bibasique, car il dérive d'un chlorure diatomique. Il renferme le radical diatomique lactyle $C^{6}H^{4}O^{2}$ qui existe dans ce chlorure. Il contient 2 équivalents d'hydrogène en dehors de ce radical, et qui sont susceptibles d'être remplacés par 2 équivalents de métal (1). Cela devient évident, si l'on

(1) Je rappellerai ici que M. Brüning a décrit, il y quelques mois, des lactates renfermant

considère la réaction du chlorure de lactyle sur l'eau, qui est exprimée par l'équation suivante :

$$\underbrace{C^6H^4O^2.Cl^2}_{\text{Chlorure de lactyle.}} + \left.\begin{matrix}H^2\\H^2\end{matrix}\right\} O^4 = \underbrace{\left.\begin{matrix}C^6H^4O^2\\H^2\end{matrix}\right\} O^4}_{\text{Acide lactique.}} + H^2Cl^2. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel acide lactique; par* **M. Ad. Wurtz.**

« Par l'action de l'acide nitrique sur l'amylglycol, j'ai obtenu un acide nouveau appartenant à la série lactique et que je nomme *butylactique.* Voici comment j'ai opéré pour préparer cet acide : 14 grammes d'amylglycol ont été chauffés doucement avec un mélange de 30 grammes d'acide nitrique monohydraté et de 42 grammes d'eau. Une réaction très-vive s'est manifestée. Le liquide, ayant été évaporé dans le vide au-dessus d'une capsule contenant de la chaux, il est resté un sirop incolore et acide, qui a été dissous dans l'eau et neutralisé par l'hydrate de baryte. La solution du sel de baryte a été évaporée.

» Ce sel ne cristallise pas; il se dissout dans l'eau en toutes proportions et assez facilement dans l'alcool faible; l'alcool absolu ne le dissout pas; l'éther le précipite de sa dissolution alcoolique.

» Desséché à 120 degrés, il renferme 39,9 pour 100 de barium.

» La formule

$$C^8H^7BaO^6$$

en exige 39,9 pour 100.

» Le sel de chaux préparé avec l'acide séparé du sel de baryte est très-soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool absolu, insoluble dans l'éther. La solution aqueuse, soumise à l'évaporation spontanée, laisse déposer ce sel en mamelons. Le butylactate de chaux desséché à 120 degrés renferme 16 pour 100 de calcium. La formule

$$C^8H^7CaO^6$$

en exige 16,2 pour 100.

» Le butylactate de zinc cristallise en paillettes brillantes solubles dans 160 fois leur poids d'eau à 15 degrés, à peu près insolubles dans l'alcool

---

selon lui 4 équivalents de métal, l'équivalent de l'acide lactique étant représenté par $C^{12}H^{12}O^{12}$. Ce fait vient à l'appui de l'opinion que j'exprime ici sur la constitution et sur la basicité de l'acide lactique.

absolu. Ces cristaux, inaltérables à l'air, perdent à 100 degrés 11,9 pour 100 d'eau de cristallisation; une perte de 11,7 pour 100 correspondrait exactement à 2 équivalents.

» Le sel sec renferme :

	Expérience.		Théorie.
Carbone	34,7	C^8	35,4
Hydrogène	5,1	H^7	5,1
Zinc	»	Zn	23,9
Oxygène	»	O^6	35,6

» Ces nombres s'accordent avec la formule

$$C^8 H^7 Zn O^6.$$

Il résulte de ce qui précède que l'acide obtenu par l'oxydation de l'amylglycol $C^{10}H^{12}O^4$ au moyen de l'acide nitrique ne correspond pas à ce glycol, mais bien au butylglycol, qui se trouve placé immédiatement au-dessous dans la série. On comprend qu'il puisse en être ainsi. L'oxydation de l'amylglycol par l'acide nitrique est tellement énergique, que 2 molécules de carbone s'en détachent pour se transformer en acide carbonique; le reste des éléments demeure combiné tout en éprouvant l'oxydation partielle d'où résulte l'acide butylactique. J'admets que cet acide renferme un radical $C^8H^6O^2$ (butylactyle) dérivant du butylène C^8H^8 par oxydation, comme l'acétyle dérive de l'éthyle. D'après cela la constitution de l'acide butylactique est exprimée par la formule

$$\left.\begin{matrix} C^8H^6O^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^4.$$

» C'est le troisième terme de la série de l'acide lactique, qui est ainsi composée aujourd'hui :

$$\left.\begin{matrix} C^4H^2O^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^4 \text{ acide glycolique.}$$

$$\left.\begin{matrix} C^6H^4O^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^4 \text{ acide lactique.}$$

$$\left.\begin{matrix} C^8H^6O^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^4 \text{ acide butylactique (1).}$$

» J'ai obtenu l'acide glycolique par l'oxydation directe du glycol;

(1) L'acide leucique est probablement un autre terme de cette série.

» L'acide lactique par l'oxydation lente du propylglycol;

» L'acide butylactique par l'oxydation énergique de l'amylglycol.

» Ainsi se trouve vérifiée expérimentalement la prévision que j'ai énoncée il y a tantôt un an, à savoir que les glycols sont les alcools des acides lactiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les alcaloïdes de la noix vomique; par* **M. Schutzenberger.**

« M. Desnoix a signalé il y a quelques années dans la noix vomique une nouvelle base, l'igasurine, qui diffère de la brucine par sa plus grande solubilité dans l'eau. Mais il n'a publié aucune analyse pour établir sa composition et son équivalent. J'ai eu entre les mains plusieurs échantillons d'igasurine qu'on m'avait livrée comme de la brucine. J'ai voulu profiter de cette occasion pour combler cette lacune, mais après trois dosages je m'aperçus à la différence des résultats que mon produit n'était pas homogène.

» En effet, en traitant mes échantillons par l'eau chaude, je suis parvenu à séparer neuf alcaloïdes nouveaux, différents par leur composition, et dont la séparation peut s'effectuer en utilisant leur différence de solubilité dans l'eau chaude et le temps qu'ils mettent à cristalliser pendant le refroidissement de la liqueur. Il est probable qu'en continuant mes recherches, j'aurais encore obtenu un nombre plus considérable de corps distincts. Afin d'établir d'une manière certaine l'existence de chacune de ces bases, elles ont toutes été analysées deux fois, et la seconde analyse était faite sur un produit recristallisé après la première.

» La concordance des deux résultats me prouvait l'homogénéité de la matière.

» Ces bases sont toutes incolores, d'une saveur très-amère et persistante. Leur action sur l'économie animale est presque aussi énergique que celle de la strychnine. Elles sont toutes solubles dans l'eau bouillante, bien qu'à des degrés très-différents. Elles cristallisent en aiguilles transparentes ou en houppes nacrées quelquefois très-volumineuses. L'acide nitrique les colore en rouge comme la brucine. Elles renferment toutes de l'eau de cristallisation (6 ou 8 équivalents), éliminable à 100 degrés. Aucune ne fond dans son eau, quelques-unes se ramollissent. Deux d'entre elles peuvent affecter l'état résineux; cet état n'est pas stable.

» Voici le tableau de ces bases que je nommerai igasurines (*a*), (*b*), (*c*), (*d*), (*e*), (*f*), (*g*), (*h*), (*i*).

	Strychnine	$C^{42} H^{22} Az^2 O^4$,	
	Brucine	$C^{46} H^{26} Az^2 O^8 + 8 Aq$.	
(*a*)	$C^{44} H^{26} Az^2 O^8 + 6 Aq$,		très-peu soluble,
(*b*)	$C^{36} H^{24} Az^2 O^{14} + 6 Aq$,		peu soluble,
(*c*)	$C^{36} H^{24} Az^2 O^8 + 6 Aq$,		assez soluble,
(*d*)	$C^{34} H^{32} Az^2 O^{16} + 6 Aq$,		assez soluble,
(*e*)	$C^{36} H^{26} Az^2 O^8 + 6 Aq$,		
(*f*)	$C^{42} H^{30} Az^2 O^8 + 6$ ou $8 Aq$,		assez soluble,
(*g*)	$C^{42} H^{28} Az^2 O^{12} + 6 Aq$,		très-peu soluble,
(*h*)	$C^{42} H^{26} Az^2 O^{12} + 6 Aq$,		assez soluble,
(*i*)	$C^{40} H^{26} Az^2 O^{14} + 6 Aq$,		assez soluble.

» Ces bases se rapprochent de la brucine par leurs caractères chimiques, sauf leur plus grande solubilité dans l'eau et l'alcool.

» On peut les considérer comme des produits de transformation successive de cette dernière sous l'influence oxydante des forces vitales. »

PHYSIQUE. — *Note sur la dilatabilité des liquides chauffés à des températures supérieures à celle de leur ébullition ; par* **M. Ch. Drion.**

« Dans une Note publiée en 1835 (l'*Institut*, 3e année, page 327), M. Thilorier attribue à l'acide carbonique liquide, entre 0 et 30 degrés centigrades, un coefficient de dilatation moyen égal à 0,0142, c'est-à-dire à quatre fois environ celui de l'air et des gaz. Si ce nombre est exact, il est plus que probable que d'autres liquides volatils présenteront, à des températures suffisamment éloignées de leurs points d'ébullition, des coefficients de dilatation du même ordre de grandeur que le précédent. Pour m'en assurer, j'ai fait choix de deux liquides très-différents par leur constitution chimique, l'éther chlorhydrique et l'acide sulfureux ; je crois pouvoir dès à présent conclure de mes expériences que le fait annoncé par M. Thilorier est un fait général, et qu'à des températures approchant de celles où les liquides se transforment entièrement en vapeurs dans des espaces très-restreints, ces corps ont une dilatabilité bien supérieure à celle de l'air et des gaz pris sous des pressions peu différentes de la pression atmosphérique. Voici, en quelques mots, la méthode que j'ai suivie.

» Le liquide sur lequel j'opère est renfermé dans un appareil à déversement, ayant à peu près la forme du thermomètre à maxima de M. Walferdin ;

cet appareil est fixé, à côté d'un thermomètre à mercure très-sensible, dans l'axe d'une cloche renversée de 3 à 4 litres de capacité, contenant de l'eau ou une dissolution concentrée et limpide de chlorure de calcium; la cloche est suspendue dans une enveloppe en tôle placée sur un fourneau à gaz muni de son robinet. Deux fenêtres opposées, fermées par des lames en mica bien transparentes, permettent d'observer à distance, à l'aide de deux lunettes, la marche des thermomètres. Au moyen d'un agitateur circulaire convenablement disposé, on maintient la température du bain uniforme dans toutes ses parties.

» Les observations se font par couples de deux; pour la première, on rend l'extrémité de la colonne liquide stationnaire en face de l'une des divisions inférieures de la tige; pour la seconde, on la fait remonter à la partie supérieure. A chaque fois on note exactement les indications des deux thermomètres. Connaissant le rapport qui existe entre la capacité du réservoir et celle d'une division de la tige, il est facile de déduire des deux lectures le rapport entre les volumes apparents du liquide aux températures des observations, et, par suite, le coefficient moyen de la dilatation apparente entre ces deux limites. Échauffant ensuite le bain d'une dizaine de degrés, on fait déverser une partie du liquide; l'instrument se trouve ainsi tout prêt à servir dans un nouvel intervalle de températures.

» Avant de rapporter les résultats numériques de mes expériences, je crois devoir présenter quelques observations qui seront de nature à donner une idée sommaire du degré d'exactitude qu'ils comportent.

» On sait, par les recherches de M. Cagniard de Latour, qu'à des températures très-éloignées de leurs points d'ébullition, les liquides émettent des vapeurs d'une densité considérable. Il importait donc d'empêcher avec le plus grand soin que le liquide renfermé dans le réservoir inférieur et dans la tige pût fournir une portion de la vapeur nécessaire à la saturation du réservoir supérieur. On y parvient sans peine en rendant le bec de déversement très-long (5 à 6 centimètres) et en lui donnant un diamètre presque microscopique. Je me suis assuré que cette disposition permet de maintenir, pendant plus d'une demi-heure, les deux réservoirs à des températures différant d'une vingtaine de degrés, sans qu'il s'établisse de l'un à l'autre aucune distillation sensible; je pouvais donc regarder comme évident que le liquide contenu dans le réservoir supérieur fournit à lui seul toute la vapeur employée à saturer cet espace. On remarquera du reste que si, dans l'intervalle de deux observations, une partie du liquide thermométrique venait à se vaporiser, cette cause d'erreur ne pourrait que rendre

trop faibles les nombres obtenus, et n'infirmerait en rien les conclusions générales de mes expériences.

» L'emploi du gaz d'éclairage rend extrêmement facile la production d'un maximum ou d'un minimum de température stationnaire pendant plusieurs minutes; on parvient même, avec un peu d'habitude, à obtenir ce maximum ou ce minimum à tel point précis que l'on veut de l'échelle thermométrique. J'ai toujours eu soin, avant de noter les indications des appareils, de faire osciller la température un certain nombre de fois et très-lentement entre des limites aussi rapprochées que possible; à cette condition seulement, je pouvais être sûr que la température du liquide volatil n'était point en retard sur celle du thermomètre à mercure.

» Voici maintenant quelques résultats numériques fournis par les liquides que j'ai étudiés.

» *Ether chlorhydrique*. — A 0 degré, son coefficient de dilatation, suivant M. Is. Pierre, est égal à 0,00157;

» Entre 121 et 128 degrés, la dilatation apparente du même liquide, d'après mes expériences, est en moyenne des 0,00360 du volume à 121 degrés, pour chaque degré centigrade;

» Entre 128 et 134 degrés, des 0,00421 du volume à 128 degrés;

» Entre 144°,5 et 149°,25, des 0,00553 du volume à 144°,5.

» *Acide sulfureux*. — Sa dilatation moyenne entre 0 et 18 degrés est représentée par le nombre 0,00193;

» Entre 91 et 99°,5 par les 0,00368 du volume à 91 degrés;

» Entre 108°,5 et 115°,5 par les 0,00463 du volume 108°,5;

» Entre 116 et 122 degrés par les 0,00533 du volume à 116 degrés;

» Entre 122 et 127 degrés par les 0,00600 du volume à 122 degrés.

» Ainsi, pour l'éther chlorhydrique, le coefficient de dilatation atteint la valeur de celui des gaz vers 125 degrés; pour l'acide sulfureux, vers 95 degrés. A partir de ces températures, la dilatation augmente avec une rapidité vraiment surprenante. Sans nul doute, si les appareils étaient capables de supporter des pressions aussi fortes que celles que M. Thilorier a dû atteindre dans ses expériences sur l'acide carbonique liquide, on parviendrait, avant le point de vaporisation totale du liquide, à des valeurs aussi considérables que celles qu'il assigne au coefficient de dilatation de cette substance. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur la réaction du perchlorure de phosphore sur l'essence de* Gaultheria procumbens; *par* **M. Ch. Drion.**

« Dans une Note présentée à l'Académie le 7 juin dernier, M. Couper décrit des produits nouveaux qu'il a obtenus dans la réaction du perchlorure de phosphore sur l'huile de gaulthéria. Il émet des doutes sur la formation du chlorure de salicyle observée par M. Gerhardt dans cette réaction (1), et sur la production du chlorure de chlorobenzoïle dans la décomposition du précédent sous l'influence de la chaleur.

» Nous ferons observer que, bien que le chlorure de salicyle n'ait pu être isolé à l'état de pureté, à cause de son défaut de volatilité, son existence dans les produits de la réaction n'en est pas moins établie d'une manière incontestable par la facilité avec laquelle on régénère les éthers salicyliques parfaitement purs en distillant ces produits avec les alcools méthylique, éthylique ou amylique.

» En ce qui concerne le chlorure de chlorobenzoïle dont j'ai signalé la présence parmi les produits de la décomposition du chlorure de salicyle sous l'influence de la chaleur (2), je rappellerai que son identité a été démontrée, non-seulement par sa transformation en acide chlorobenzoïque au contact de l'eau, mais encore par sa transformation en chlorobenzamide, substance parfaitement cristallisée et définie, au contact du carbonate d'ammoniaque. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les rapports entre les phénomènes météorologiques et la rotation solaire; par* **M. Buys-Ballot.**

« On se rappellera que j'ai déterminé il y a quelques années la période synodique de la rotation du soleil à 27 jours, 682 ± 0,004, de manière qu'après un tel laps de temps le même point du soleil voit notre terre au méridien. Cette durée différait beaucoup de la durée que M. Laugier avait récemment déduite d'observations des taches du soleil, ainsi que des déterminations de Lalande et de tous les astronomes jusqu'alors. Aussi ma détermination n'a pas été reçue favorablement en ce temps-là. M. d'Arrest a tâché de démontrer que la période de M. Nervander était plus près de la vérité. D'autres encore étaient d'avis que ces observations météorologiques, sujettes

(1) Ch. Gerhardt, *Comptes rendus*, t. XXXVIII.

(2) Ch. Drion, *ibid.*, t. XXXIX.

à tant de chances d'erreur et à tant d'autres perturbations, n'avaient pas le droit d'entrer dans le domaine de l'astronomie.

» La météorologie, j'en conviens, ne peut pas décider si la cause de la périodicité est dans le soleil et encore dans la rotation du soleil; mais les taches solaires n'ont pas non plus le droit de démontrer la vitesse de rotation du corps solide du soleil, et les observations météorologiques ont bien certainement le droit tout aussi bien que les taches de constater une périodicité. Or il y a une périodicité de $27,682 \pm 0,004$ jours dans la température.

» 65 périodes sont égales à cinq années et un jour environ, et l'époque maximum est au 6-9 janvier 1850.

» Pour acquérir de la certitude, j'ai calculé de nouveau une série d'observations. Aussitôt que j'ai eu reçu les observations de Breslau, publiées par le docteur Galle de 1791 à 1854, je les ai divisées en groupes de cinq années et distribuées en vingt-huit colonnes, en sorte que dans une même colonne étaient réunies les observations du 7 *février* 1791, *jour de maximum*, 8 février 1796, 9 février 1801 et du 18 février 1841 et du 20 février 1846, ainsi que toutes celles faites après un nombre entier exact de périodes. Le résultat est que les quatorze nombres représentant les sommes (après une diminution égale pour toutes) des températures prises à tous les jours distants d'un nombre n de périodes, du jour maximum, des six jours qui succèdent et des sept jours qui suivent ce jour maximum, sont toutes plus grandes sans exception que les autres quatorze sommes des températures observées à des jours où (selon l'hypothèse) l'autre côté du soleil était tourné vers la terre.

» J'ai réuni les résultats partiels, du moins pour quinze en quinze années, dans le tableau ci-joint.

Dans la colonne	A	les sommes de	1791-1806
»	B	»	1806-1820
»	C	»	1821-1835
»	D	»	1836-1854

afin qu'on puisse voir que non-seulement le résultat final, mais aussi les divers groupes, accusent la période indiquée.

Conclusion.

» Donc les observations de Breslau de 1791-1854, distribuées selon la période de 27 jours $682 + 0,004$ donnent absolument le même résultat, tant quant à l'époque du maximum au 6-9 janvier 1859 que quant

à la durée de la période, même quant à la grandeur de la quantité périodique que les résultats que j'ai déduits : 1° d'observations néerlandaises 1729-1844 dans mes changements périodiques de température (Kemink et fils, Utrecht 1847), dépendant du soleil et de la lune. Voir *Poggendorff's Annalen*, LXVIII, page 205; 2° des observations de Dantzig, LXXXIV, 521, LXXXV, 166; 3° des observations de Meïmil, *Poggendorff's Annalen*, LXXXVII, 541; 4° des observations de déclinaison magnétique à Greenwich et Utrecht, qui augmente et diminue avec la même période, et encore 5° des observations d'Islande et de Labrador, comme j'ai écrit à M. Fearnley à Christiana, qui s'occupe comme moi de ces choses, mais qui préfère la période de M. Nervander. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le nombre de personnes tuées par la foudre dans le royaume de la Grande-Bretagne, de 1852 à 1856, comparé aux décès par fulguration en France et dans d'autres parties du globe; par* **M. A. Poey**. (Extrait.)

« Ces renseignements ont été puisés dans des documents encore inédits appartenant au bureau de la statistique générale de l'Angleterre (*Registrar general of England*), que le savant Dr Farr, directeur de ce département, a très-libéralement mis à ma disposition pendant mon dernier séjour en Angleterre. Les cas de mort par fulguration antérieurs à l'année 1852 n'ont pas été régulièrement enregistrés, et ceux postérieurs à 1856 ne sont pas encore méthodiquement classés, et par suite hors d'état d'être consultés pour le moment. Voici quelle a été la répartition des morts par fulguration dans les cinq dernières années suivantes :

Années.	Sexe masculin.	Sexe féminin.	Totaux.
1852	37	8	45
1853	8	2	10
1854	16	1	17
1855	14	3	17
1856	13	1	14
Totaux	88	15	103

» On voit par le tableau 1 que, sauf l'année 1852, la quantité de morts par fulguration ne dépasse pas le chiffre annuel de *dix-sept*. Le nombre presque triple, que présente l'année 1852 sur les quatre autres années, doit être attribué à la quantité considérable d'orages qui ont eu lieu durant cette année dans la majeure partie de l'Europe, comme il conste d'après mes re-

cueils annuels des phénomènes météorologiques. Il est digne de remarque qu'aux États-Unis et à Cuba, cette même année ait offert au contraire une pénurie notable de cas d'orages, de tempêtes électriques, de chutes de foudre et de mort par fulguration (1). Ce fait confirme quelques-uns de mes énoncés théoriques sur la répartition géographique des perturbations atmosphéro-terrestres à la surface du globe, d'après lesquels, lorsque la courbe d'une manifestation quelconque offre une marche ascendante vers une région du globe, on est presque sûr de découvrir plus loin, en dépassant ces limites, dans une autre région, une marche descendante ou en sens inverse. De sorte que le maximum d'énergie d'une perturbation quelconque engendre le sommet *convexe* de la courbe dans la région où elle s'est produite, tandis que si l'on dépasse ces limites on trouve de grands écarts en *sens inverse*, qui déterminent le sommet *concave* de la courbe (2). Il en est de même quant aux lignes isothermes, isothères et isochimènes, dont les perturbations locales engendrent les sommets convexes et concaves de ces lignes, ainsi que l'a annoncé le savant M. de Humboldt.

» On observe en second lieu dans le tableau précédent que le nombre de personnes du sexe masculin foudroyées à mort est *six fois* plus considérable que celui appartenant au sexe féminin, et cela dès le premier âge.

» Si l'on examine la répartition des 105 décès précédents suivant les âges dans les deux sexes, on trouve la proportion suivante :

	Sexe masculin.	Sexe féminin.
Au-dessous de 1 an	0	0
» 2 ans	1	0
» 3 ans	1	0
» 4 ans	1	0
» 5 ans	2	2
» 10 ans	14	2
» 15 ans	21	4
» 25 ans	13	5
» 35 ans	15	1
» 45 ans	6	0
» 55 ans	10	0
» 65 ans	4	1
Totaux	88	15

(1) D'après les recherches de M. Boudin, dans la période de 1835 à 1852 inclusivement, l'année 1852 a offert le troisième maximum à raison de 104 décès par fulguration après l'année 1835 qui en a produit 111 et l'année 1847, 108. *Traité de Géographie et de Statistique medicales*. Paris, 1857, t. I, p. 468.

(2) Voir mes quatre Mémoires sur un essai de systématisation subjective des phenomènes

» M. Boudin a trouvé le rapport suivant sur 56 décès par fulguration qui ont eu lieu en Suède de 1846 à 1850.

	Sexe masculin.	Sexe féminin.
Entre 3 et 5 ans.......	2	0
Entre 5 et 10 ans......	2	1
Entre 10 et 25 ans.....	9	12
Entre 25 et 50 ans......	10	11
Au-dessous de 50 ans.....	5	4
	28	28

» Ce rapport diffère du précédent, premièrement quant au nombre égal de décès chez les deux sexes et ensuite à l'égard de la période du maximum de décès qui tombe en Suède entre 25 et 50 ans, tandis qu'en Angleterre c'est au-dessous de 15 ans.

» La répartition mensuelle des 103 morts par fulguration est la suivante :

Avril................	1 cas
Mai..................	14 cas
Juin.................	14 cas
Juillet..............	38 cas
Août.................	22 cas
Septembre............	8 cas
Octobre..............	6 cas
	103 cas

» Les autres mois de l'année ne présentent aucun cas de mort par fulguration. On voit immédiatement que la période du maximum commence en mai et juin et finit en septembre et octobre, le mois de juillet surtout et ensuite celui d'août offrant le plus grand nombre de décès. Cette répartition concorde avec celle que M. Boudin avait déjà déduite pour 150 décès par fulguration constatés en France, de 1841 à 1853, d'après laquelle on remarque, comme dans le tableau ci-dessus, l'absence complète d'accidents dans les mois de novembre, décembre, janvier et février; en outre le maximum des accidents tombe également en juin, juillet et août. Cependant pour la France, c'est le mois d'août qui offre le plus grand nombre de décès,

---

météorologiques : *Annales de la Société d'Agriculture de Lyon*, 1857; *Revue et Magasin de Zoologie* de M. Guérin-Méneville, nos 8 et 9, 1857, et nos 2, 3, 4 et 5 de 1858; *Nouvelles Annales des Voyages*, février 1858.

tandis qu'en Angleterre c'est le mois de juillet. Sur 43 décès en Angleterre, de 1838 à 1839, M. Boudin a encore trouvé un maximum remarquable au mois de juin de 23 cas, tandis que le mois de juillet n'en a fourni que 8 cas. Ce dernier rapport est donc inverse à celui qu'offre le tableau ci-dessus. Pour l'île de Cuba, j'ai déjà signalé un maximum considérable au mois de juillet, de 43 décès sur 57 cas de morts par fulguration.

» Quant aux professions respectives des foudroyés, le plus grand nombre des décès ont eu lieu parmi les ouvriers en général, puis les laboureurs, les cultivateurs et les fermiers. Mais je me hâte d'ajouter qu'un grand nombre de personnes des deux sexes dont les occupations n'exigeaient point leur présence en plein air ou en pleine campagne, ont été également foudroyées à mort. »

PALÉONTOLOGIE. — *Note sur les cavernes à ossements du Pontil (Hérault) et de Massat (Ariége); par* M. **Marcel de Serres.**

« Lorsque j'ai décrit la caverne du Pontil, près de Saint-Pons, j'en ai fait sentir l'importance en raison des faits géologiques qui s'y étaient passés. Ces faits prouvent de la manière la plus évidente que le remplissage des cavernes n'a pas eu lieu d'une manière instantanée, mais successive. Si la date des espèces perdues, des ossements humains, des haches en jade, du charbon et des cendres qui s'y trouvent, a été facile à déterminer, c'est qu'ils avaient tous conservé leur position primitive, aucun courant ne les ayant dérangés ni déplacés; mais ces circonstances ne se représentent pas dans les cavités où les eaux ont pénétré postérieurement à la formation de dépôts de nature et d'époques aussi diverses, car leurs courants ont tout mêlé, tout confondu, et cela non-seulement dans le plus grand désordre, mais souvent dans un état complet de dislocation.

» C'est ce qui paraît avoir eu lieu dans la grotte ossifère de Massat (Ariége), où l'irruption des eaux ne saurait être contestée, ainsi que l'a fait remarquer M. Fontan, auquel nous en devons la description. Il résulte également des observations de ce géologue, que cette grotte a été habitée, ainsi que le prouvent les débris de charbon, les flèches, les nombreux outils et les ossements humains qui y ont été rencontrés. On peut dès lors, au moyen de ces instruments de l'industrie, déterminer approximativement la date à laquelle se rapporte leur fabrication. Il serait possible que cette date ne remontât pas très-haut, comme celle des objets analogues trouvés dans la grotte du Pontil. Nous le supposons en nous appuyant sur

l'observation faite par M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire que les flèches des cavernes de Massat sont creusées de rainures, que l'on peut supposer destinées à recevoir des substances vénéneuses. Personne n'ignore que plusieurs tribus des Hottentots se servent encore aujourd'hui de flèches en os, qu'ils empoisonnent de la même manière.

» D'après les faits rapportés par M. Fontan, il est bien difficile de ne pas admettre que les ossements ou les dents humaines des grottes de Massat appartiennent à la même époque que les outils, les flèches et les autres instruments qui y ont été trouvés avec eux. Dès lors, comme il est possible de déterminer la date de ces objets de l'industrie, on pourra également fixer celle de débris humains qui les accompagnent. Nous avions longtemps supposé que ces derniers avaient été contemporains des grands ours, des lions, des hyènes et des rhinocéros des grottes ossifères; mais un examen plus approfondi des faits récemment observés nous a forcé d'abandonner cette supposition, ainsi que l'on peut s'en convaincre en jetant les yeux sur notre Mémoire relatif aux ossements humains des cavernes et de l'époque de leurs dépôts. »

M. **Ambrosoli**, aide d'anatomie à l'université de Pavie, prie l'Académie de lui faire savoir quelle est la question proposée comme sujet du prix de Physiologie expérimentale pour l'année 1860.

On fera savoir à M. Ambrosoli qu'il n'y a point pour ce concours de question proposée. Tout travail ayant pour objet l'avancement de quelque partie de la Physiologie peut être admis à concourir. Il suffit que l'auteur, en annonçant son intention, ait fait parvenir à l'Académie avant le 1er avril l'ouvrage ou le Mémoire dans lequel il a exposé ses recherches.

La séance est levée à 5 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 21 juin les ouvrages dont voici les titres :

Mémoire sur la célèbre expérience de Newton contre la possibilité de l'achromatisme par la réfraction de la lumière à travers deux substances différentes; par M. Jean PLANA. Turin, 1858; br. in-4°.

Société impériale et centrale d'Agriculture. Séance publique annuelle tenue le dimanche 18 *avril* 1858; *présidence de M. Chevreul.* Paris, 1858; br. in-8°.

Cours de Mécanique appliquée; par M. MAHISTRE. Paris, 1858; 1 vol. in-8°.

Les Nouvelles inventions aux expositions universelles; par M. J.-B.-A-M. JOBARD, 2e, 3e, et 4e livraisons. Bruxelles et Leipzig, 1857 et 1858; in-8°.

Compendium des quatre branches de la photographie; par M. A. BELLOC. Paris, 1858; in-8°.

De l'Universalité du déluge; par M. C. SCHOEBEL. Paris, 1858; br. in-8°.

De la réorganisation du Muséum d'histoire naturelle; par M. Aug. DUPOTY. Paris, 1858; br. in-8°.

Rapport sur l'état sanitaire du camp de Châlons, sur le service de santé de la garde impériale et sur l'hygiène des camps, adressé à S. E. le Maréchal Ministre de la Guerre; par le Dr baron LARREY. Paris, 1858; in-8°. (Présenté au nom de l'auteur par M. J. Cloquet.)

Catalogue chronologique des tremblements de terre ressentis dans les Indes occidentales de 1830 *à* 1858, *etc.; par* M. Andrès POEY.

Appel aux météorologistes, etc.; par le même; br. in-8°.

Application de la dynamoscopie à la constatation des décès, ou Moyen certain d'éviter les enterrements prématurés; par le Dr COLLONGUES. Paris, 1858; br. in-8°. (Adressé pour le concours Montyon, prix de Médecine et de Chirurgie.)

Voyage horticole à Lyon; par MM. BALTET frère et Ch. BALTET, délégués de la Société d'Horticulture de l'Aube. M. Ch. BALTET rapporteur. Troyes, 1858; br. in-8°.

Rapport sur la culture de la vigne perfectionnée par M. Gentil-Jacob, à Villenacoxe; par M. Ch. BALTET. Troyes, 1857; br. in-8°.

Congrès pomologique de Lyon, 2e *session tenue à Lyon les* 26, 27, 28 *et* 29 *septembre* 1857. *Rapport de* M. Ch. BALTET. Troyes, 1857; br. in-8°.

Pincement continuel appliqué au pêcher; par M. Ch. BALTET. Troyes; $\frac{3}{4}$ de feuille in-8°.

Memorie... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Turin*, 2e série, t. XVII; Turin, 1858; in-4°.

Memorie... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Naples, à dater de 1852, répartis en trois classes: Sciences mathématiques; Sciences naturelles et Sciences morales.* Vol. I, fascicule 3 (1852-1854); vol. II (1855-1857). Naples, 1857; in-4°.

Rendiconto... *Comptes rendus de la Société royale Bourbonnienne, section de l'Académie des Sciences.* Nouvelle série, de mars 1856 à décembre 1857; in-4°.

Della... *De la longueur des ondes aériennes, de leur vitesse dans les tuyaux et de l'influence qu'exercent les différents éléments sur leur tonalité*, 7e *Mémoire; par* M. ZANTEDESCHI. Vienne, 1858; br. in-8°.

Studio... *Études critiques et expérimentales sur la méthode communément suivie par les physiciens pour la détermination des nœuds et des ventres des colonnes aériennes vibrant dans l'intérieur des tuyaux*, 8e *Mémoire; par* le même. Vienne, 1858; br. in-8°.

On the... *Sur l'emploi du* béton *dans les travaux des ingénieurs et des architectes; par* George RENNIE. Londres, 1858; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 31 mai 1858.)

Page 1028, ligne 6, *au lieu de* $2\sqrt{2-m^2}$, *lisez* $2\sqrt{3-m^2}$.

Même page, ligne 21, *au lieu de* $1:\sqrt{2+1}$, *lisez* $1:\sqrt{2}+1$.